

Meetprogramma Overijsselse Vecht

Nulsituatie 2017 en effecten maatregelen



Piet F.M. Verdonschot, Ralf C.M. Verdonschot

Zoetwaterecosystemen, Wageningen Environmental Research

December 2017

Auteurs

Verdonschot P.F.M. & Verdonschot R.C.M. (*correspondentie: piet.verdonschot@wur.nl*)

Opdrachtgever

Waterschap Drents Overijsselse Delta (WDOD), Waterschap Vechtstromen (WV)

Projectgroep

Marjolein Koopmans (WDOD), Gertie Schmidt (WV)

Wijze van citeren

Verdonschot P.F.M. & Verdonschot R.C.M. (2017) Meetprogramma Overijsselse Vecht. Nulsituatie 2017 en effecten maatregelen. Notitie Zoetwaterecosystemen, Wageningen Environmental Research, Wageningen UR, Wageningen. 51 pp.

Trefwoorden

Overijsselse Vecht, nulsituatie, maatregel-effect relatie, ontstenen, nevengeul, macrofauna

Beeldmateriaal

Naam

ISBN: 978-94-6343-244-3

DOI: <https://doi.org/10.18174/440223>

Dit project is uitgevoerd in opdracht van Waterschap Drents Overijsselse Delta en Waterschap Vechtstromen.

© 2017 Zoetwaterecosystemen, Wageningen Environmental Research (Alterra)

- Overname, verveelvoudiging of openbaarmaking van deze uitgave is toegestaan mits met duidelijke bronvermelding.
- Overname, verveelvoudiging of openbaarmaking is niet toegestaan voor commerciële doeleinden en/of geldelijk gewin.
- Overname, verveelvoudiging of openbaarmaking is niet toegestaan voor die gedeelten van deze uitgave waarvan duidelijk is dat de auteursrechten liggen bij derden en/of zijn voorbehouden.

Alterra aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen.

Notitie Zoetwaterecosystemen, Wageningen Environmental Research

Wageningen, december 2017

Inhoud

1	Inleiding en doel	2
1.1	Achtergrond	2
1.2	Doelen en producten	2
2	Methoden	3
2.1	Onderzoekstrajecten en -locaties	3
2.2	Parameters	3
2.3	Maatregel-effect metingen	5
2.4	Bestaande gegevens	6
2.5	Analyses	6
3	Resultaten	7
3.1	Hydrologie	7
3.2	Morfologie	9
3.3	Chemie	11
3.4	Biologie: bestaande gegevens	23
3.5	Biologie: nulmetingen	25
3.6	Maatregel ontsteden	33
3.7	Maatregel graven nevengeul	37
4	Discussie en conclusies	40
4.1	Hydrologie	40
4.2	Morfologie	40
4.3	Chemie	40
4.4	Biologie	40
4.5	Maatregel ontsteden	41
4.6	Maatregel graven nevengeul	41
5	Aanbevelingen	43
	Literatuur	45
	Bijlagen	48

1 Inleiding en doel

1.1 Achtergrond

De Overijsselse Vecht is van nature een regenriviertje dat ontspringt in Duitsland. De totale lengte bedraagt 167 km, waarvan 60 km in Nederland. Het verval over het Nederlandse traject is 10 m. Het totale stroomgebied is 3780 km², waarvan 2035 km² in Nederland. Van oorsprong was de Overijsselse Vecht een meanderend rivierviertje met een brede winterbedding.

Het systeem van de Overijsselse Vecht is momenteel sterk veranderd. De rivier is genormaliseerd, gekanaliseerd en gereguleerd. Door kanalisatie is de lengte in Nederland van 90 km teruggebracht naar 60 km. De afvoer wordt door stuwen gereguleerd en bedraagt 0-5m³/s in de zomer met maximale afvoeren van circa 250-500 m³/s, een afvoerpatroon van een echt regenriviertje. Het afvoerpatroon is sterk dynamisch, de oever is over een grote lengte vastgelegd met stortsteen en het rivierwater is belast met voedingsstoffen. Naast de rivier zelf is ook het rivierdal versmald en sterk gedegradeerd. Vanaf 2009 zijn maatregelen uitgevoerd om de kwaliteit van het systeem van de Overijsselse Vecht te verbeteren en er zijn plannen om het systeem weer om te vormen tot een half-natuurlijk riviersysteem. De eerste maatregelen betroffen vooral het ontstenen van oevers, het aankoppelen van enkele oude meanders en het graven van enkele nevengeulen.

In het 'Integraal Monitoringsplan Overijsselse Vecht 2015-2019' is de ambitie vastgelegd om de veranderingen in het Overijsselse Vecht-systeem op doelmatige wijze te volgen in de tijd. Het deelproject 'Ontwikkeling rivierdynamiek, rivierhabitats en rivierflora en - fauna op representatieve Vechttrajecten' dient de ontwikkeling van habitats en hun rheofiele (stromingsminnende) bewoners, die door de met de maatregelen geïnitieerde natuurlijke processen ontstaan, vast te leggen.

In de nabije toekomst worden meer en grootschaligere maatregelen uitgevoerd om de Overijsselse Vecht verder te herstellen richting een half-natuurlijk rivierviertje.

Voor het vastleggen van de nulsituatie om in de tijd de effecten van de maatregelen op het Overijsselse Vechtsysteem te kunnen evalueren hebben het waterschap Drents Overijsselse Delta en het waterschap Vechtstromen Wageningen Environmental Research (WEnR) gevraagd om het opzetten en uitvoeren van een meetplan op basis van kosteneffectieve meetmethoden.

Het meetplan is uitgebreid omschreven in de WEnR notitie 'Aanzet meetplan voor deelproject 'Ontwikkeling rivierdynamiek, rivierhabitats en rivierflora en -fauna op representatieve Vechttrajecten' (versie 14 juni 2016) en is bijgesteld in de daaropvolgende overleggen (laatste versie 18 juli 2017).

In het voorjaar van 2017 zijn de nulmetingen uitgevoerd. De resultaten van de nulmetingen zijn in deze notitie beschreven. Aanvullend is aandacht besteed aan de maatregelen ontstenen en aanleggen van nevengeulen.

1.2 Doelen en producten

Het doel van dit onderzoek is het op een kosteneffectieve manier, dit wil zeggen met behulp van QuickScanmethoden, vastleggen van de nulsituatie in vier trajecten van de Overijsselse Vecht.

Er is een basispakket aan metingen uitgevoerd die het mogelijk maken om in de toekomst effecten van maatregelen te kunnen beoordelen op hun mate van effectiviteit. Een dergelijke beoordeling vraagt een kosteneffectieve en tegelijk wetenschappelijk verantwoorde aanpak. Een dergelijke aanpak moet zo ontworpen zijn dat het later op verschillende momenten na uitvoering van maatregelen kan worden herhaald. Het voordeel van deze aanpak is dat dit leidt tot een hoge mate van standaardisatie en daarmee een i) goede basis voor statistische toetsing en ii) de mogelijkheid tot extrapolatie naar andere wateren.

2 Methoden

2.1 Onderzoekstrajecten en -locaties

Voor het vastleggen van de nulsituatie om in de tijd de effecten van maatregelen op het Overijsselse Vechtsysteem (Figuur 1) te kunnen evalueren, is de nulmeting uitgevoerd in vier representatieve trajecten:

1. Traject Rheezermaten (stuwwand Hardenberg – Mariënborg), ter hoogte van natuurgebied Rheezermaten/Rheezerveen (SBB)
2. Traject Karshoek/Stegeren (stuwwand Mariënborg – Junne), ter hoogte van natuurgebied Karshoek/Stegeren (SBB/camping de Roos, landgoed familie Bentinck)
3. Traject tussen Vilsteren en Dalfsen (het deeltraject van ontstening tussen Vilsteren en Dalfsen)
4. Traject Vechtmonding ter hoogte van de Gennerlanden/Den Doorn

De afstand tussen traject 1 en 2, gemeten langs de stroomdraad, is circa 10 km, tussen traject 2 en 3 circa 3-4 km en tussen traject 3 en 4 circa 15 km. De trajecten hebben een lengte van 750 ± 250 m (afhankelijk van de lokale situatie).



Figuur 1: Schets van het lengteprofiel van de Overijsselse Vecht met de belangrijkste plaatsen en monsterlocaties (cursief).

In ieder traject zijn twee locaties geselecteerd (Tabel 1). Om de resultaten achteraf statistisch te kunnen toetsen — en daarmee te voldoen aan de wetenschappelijke criteria van herhaalbaarheid — zijn afhankelijk van de parameter replica's per locatie bemonsterd of gemeten.

De metingen zijn in het voorjaar van 2017 uitgevoerd. Op dezelfde locaties wordt in de toekomst ook de vervolgmonitoring (effectmetingen) uitgevoerd.

2.2 Parameters

Hydrologie

Voor de debieten zijn de meetgegevens van de meetpunten Junne (periode 27-06-1997 t/m 10-08-2016) en Mariënborg (periode 02-07-1997 t/m 31-12-2015) beschikbaar.

Voor de peilen zijn de meetgegevens (boven- en benedenstrooms van de betreffende stuw) van de meetpunten De Haandrik (periode 25-09-1989 t/m 28-01-2015), Hardenberg (periode 08-07-1997 t/m 28-01-2015), Mariënborg (periode 02-07-1997 t/m 30-01-2015), Junne (periode 27-06-1997 t/m 28-01-2015) en Ommen (periode 14-10-2001 t/m 06-10-2014) beschikbaar.

Op basis van deze gegevens heeft het waterschap Vechtstromen duurlijnen berekend voor de locaties Emmerlich, De Haandrik, Mariënborg, Junne, Ommen en het uitstroompunt van het waterschap.

Voor het benedenstroomse deel heeft WDOOD peilen beschikbaar van de stuwen Vilsteren (07-2011 t/m 08-2017) met de stuw in de nevengeul (Plaggemars (12-2016 t/m 08-2017) en Vechterweerd (07-2011 t/m 08-2017) en debieten van beide stuwen Vilsteren en Vechterweerd.

Morfologie

De lengteprofielen kunnen per traject bepaald worden door middel van het interpreteren van luchtfoto's. De waterschappen hebben met behulp van een drone luchtfoto's genomen van de twee nevengeulen Junne en Vilsteren en deze aan WEnR geleverd. Deze foto's geven de nulsituatie anno 2017 weer.

Dwarsprofielen zijn afgeleid uit multibeam-metingen (tweejaarlijkse meting van zomerbed en enkele nevengeulen) die de waterschappen uitvoeren en geïnterpreteerd door het Waterschap Vechtstromen (Schmidt & Lips 2017).

Tegelijk met de QuickScan macrofauna (zie verderop) is het substraatpatroon vastgelegd per traject / locatie / replica.

Chemie

Voor de chemie van het rivierwater hebben de waterschappen de reguliere chemische monitoringsgegevens over de periode 2006-2017 aan WEnR (Alterra) geleverd. De belangrijkste parameters die gelden als sleutelfactoren voor de ecologie in de Overijsselse Vecht zijn grafisch uitgezet. Dit zijn zuurstof, zuurgraad, temperatuur, totaal stikstof, Kjeldahl stikstof, nitraat, ammonium, nitriet, totaal fosfor, elektrische geleidbaarheid, chloride, en doorzicht.

De zuurstofhuishouding is door Alterra in ieder traject in de litorale zone van het riviertje over 48-72 hr gemeten in de periode 25 april tot 4 mei 2017 met behulp van optische zuurstofsensoren (HOBO® Dissolved Oxygen Logger U26-001 in combinatie met antifouling protective guard U26-GUARD-2).

Biologie

- Voor de QuickScan macrofauna-methode is per locatie in de hoofd- of nevengeulen een representatief 50-m-oevertraject gekozen. Dit oevertraject is vervolgens verdeeld in 5 deeltrajecten. Per deeltraject is een deelmonster genomen met een standaard-macrofaunanet (25x20 cm, maaswijdte 1 mm). De schep is bij voorkeur genomen bij/door macrofyten. Monsters in de houtpakketten werden met een speciaal aangepaste Surber-sampler genomen. Dit net werd aan de stroomafwaartse zijde tegen het hout geplaatst, waarna het hout werd afgeborsteld en de aanwezige organismen in het net spoelden. Vervolgens is het materiaal meegenomen naar het laboratorium en is ieder deelmonster gedurende maximaal 30 minuten door één persoon 'op het oog' tot op familieniveau gedetermineerd (met uitzondering van watermijten en borstelwormen, deze op een hoger taxonomisch niveau) en zijn de aantallen individuen per taxon vastgelegd. Twijfelgevallen of lastig te onderscheiden families werden onder de binoculair gecontroleerd.
- Voor de water- en oeverplanten zijn de locaties onderverdeeld in 5 oevertrajecten van ieder 10 m lengte. Vervolgens zijn volgens de Tansley-methode opnamen gemaakt van alle aanwezige soorten in de litorale zone.

Tabel 1: Overzicht van de monitoringslocaties, monitoringsdatums en aantal monsters.

Tabel 17: Overzicht van de monitoringlocaties, monitoringdataoms en aantal monsters									
nr.	Locatiennaam	X-coördinaat	Y-coördinaat	Macrofauna	Substraat	Zuurstof	Vegetatie		Aantal
							Datum juni 2017	Aantal	
				Datum april 2017	Aantal	Datum 2017	Aantal		
	Traject Rheezermaten								
Best1	Rheeze, Rheezerbrink, nulmeting	236.923	507.476	3	5	5	2504	1	5

nr.	Locatiennaam	X-coördinaat	Y-coördinaat	Macrofauna		Substraat	Zuurstof	Vegetatie		
				Datum april 2017	Aantal			Datum juni 2017	Aantal	Aantal
Best2	Rheeze, Marsweg, nulmeting	236.285	506.543	3	5	5	2504	1	12	5
	Traject Vechtmonding						2504			
Ontst3	Welsum, Frankenweg, ontsteend Zzijdig	217.083	503.898	3	5	5	2504	1	13	5
Ontst4	Zwolle, Haesterveerweg, stroomafwaarts, ontsteend	205.438	506.52	3	5	5	0105	1	13	5
Best5	Zwolle, Haesterveerweg, stroomopwaarts, besteend	205.741	506.054	3	5	5	0105	1	13	5
	Traject Karshoek/Stegeren									
Best6	Stegeren, Spijkerweg, nulmeting	232.124	504.289	5	5	5	2504	1	12	5
Best7	Stegeren, bovenstrooms stuw Junne (Junnerweg), nulmeting	230.621	504.771	5	5	5	2805	1	12	5
Nev8	nevengul, stuw Junne bovenstrooms brug Junnerweg	230.6	505.084	5	5	5	2805	1		0
Hout9	houtpakket #2 nevengul stuw Junne	230.48	505.389	5	5	0		0		0
Nev10	nevengul, stuw Junne benedenstrooms brug Junnerweg	230.471	505.47	5	5	5	2805	1		0
Hout11	houtpakket #4 nevengul stuw Junne	230.299	505.335	5	5	0		0		0
	Traject Vilsteren-Dalfsen									
Nev12	nevengul Vilsteren, De Stuw	219.183	503.97	10	5	5	0105	1		0
Hout13	houtpakket #1, nevengul Vilsteren	219.124	504.043	10	5	0		0		0
Hout14	houtpakket #2, nevengul Vilsteren	218.826	504.108	10	5	0		0		0
Nev15	nevengul Vilsteren, overkant brug	218.713	504.14	10	5	5	0105	1		0
Best16	Vilsteren, Moirivier, besteend	218.704	504.23	10	5	5	0105	1	13	5

2.3 Maatregel-effect metingen

Ontsteden oever

De trajecten waar de maatregel ontsteden is toegepast betreffen:

- Vilsteren-Dalfsen (nieuwe data)
- Vechterweerd benedenstrooms (zuidoever) (bestaande data)
- Varsen (bestaande data)
- "Deltagebied" Zwolle-Genne ten noorden van A28 (bestaande data)

Voor de laatste drie trajecten zijn de rapportages van eerder uitgevoerde metingen gebruikt.

De onderzoeksperiode en de gehanteerde biologische veldmethoden komen overeen met die toegepast voor het vastleggen van de nulsituatie. Daarbij betreft de evaluatie maar beperkt velddata en is daarnaast voor een belangrijk deel gebruik gemaakt van bestaande data en literatuur.

Maatregel graven nevengul

Er zijn twee nevengulen opgenomen in de studie:

- Nevengul langs stuw Junne
- Nevengul langs stuw Vilsteren

De onderzoeksperiode en de gehanteerde biologische veldmethoden komen overeen met die toegepast voor het vastleggen van de nulsituatie. Daarnaast is kennis uit bestaande literatuur benut.

2.4 Bestaande gegevens

Om een beeld te krijgen van de toestand van de Overijsselse Vecht in de afgelopen tien jaren en van de effecten van reeds uitgevoerde maatregelen, vooral ontstening, op het gehele systeem zijn de bestaande gegevens van de periode 2000-2015 verzameld en geanalyseerd. De analyses zijn uitgevoerd met multivariate analysetechnieken.

2.5 Analyses

Voor de peilen (waterhoogte in meters) is het gemiddelde, de standaardafwijking en de minimum en maximum waarde over betreffende meetperiode berekend. De afvoeren zijn omgezet naar duurlijnen. Een duurlijn is een grafische weergave waarin de waterstand is afgezet tegen het aantal dagen per jaar dat de betreffende waterstand wordt bereikt. Voor 4 afvoerpunten zijn de afvoeren over de periode 2011-2017 grafisch uitgezet.

De luchtopnames van de lengteprofielen zijn gemaakt m.b.v. een drone.

Veel van de chemische gegevens zijn grafisch uitgezet met op de x-as de tijd (meestal 2006-2017) en op de y-as de betreffende parameter. De continu zuurstofmetingen zijn eveneens grafisch uitgezet 48-72 uur.

De bestaande gegevens van de macrofauna en de macrofyten zijn geanalyseerd met multivariate analysetechnieken. Deze ordinatietechnieken voeren een hoofdcomponenten analyse uit en resulteren in diagrammen met twee assen. Punten die in de diagrammen dichtbij elkaar liggen lijken erg op elkaar. Liggen ze ver weg dan verschillen ze sterk. De pijlen representeren milieuvariabelen. Hoe langer de pijl des te belangrijker de variabele. De relatie tussen een punt (locatie of soort) en een pijl (variabele) kan afgelezen worden uit de loodrechte projectie van de punt op de pijl. Hoe dichterbij de punt van de pijl hoe belangrijker de variabele voor die punt is. Voor de bestaande data is een Detrended Correspondence Analysis (DCA) uitgevoerd. DCA is een unimodale ordinatietechniek. Voor nadere informatie wordt verwezen naar Jongman et al. (1995) en Šmilauer & Lepš (2014).

Voor de bewerking van de quickscan gegevens zijn diverse indices gebruikt. De Shannon-Wiener index (H) is een diversiteitsmaat en loopt in het algemeen van 0 tot 5 en zowel het aantal soorten en hun verdeling mee in de berekening. De evenness index is een maat voor de gelijkheid tussen aantal individuen per soort in een monster en loopt van 0 tot 1. Bij een waarde van bijna 0 is de aantalsverdeling heel erg scheef terwijl bij de waarde 1 de verdeling gelijk is (alle soorten hebben evenveel individuen). Voor nadere informatie wordt verwezen naar Southwood & Henderson (2009).

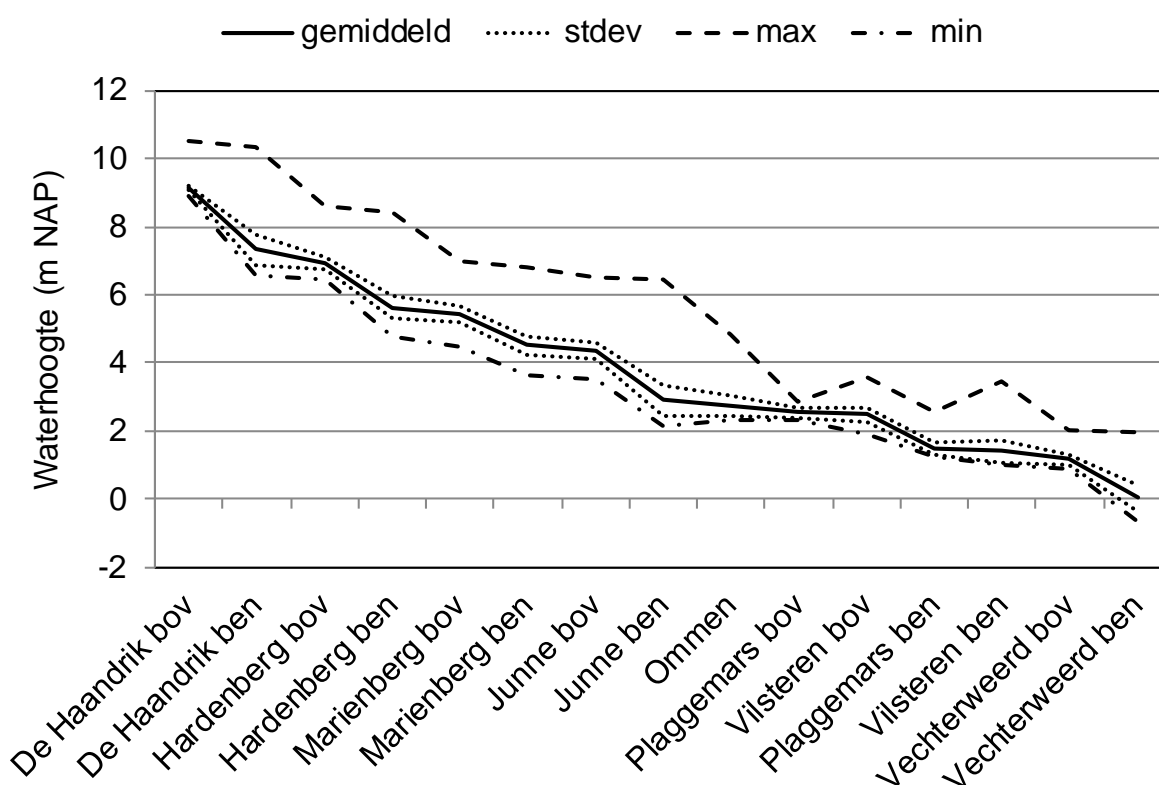
Ook de quickscan data zijn bewerkt met multivariate technieken; in dit geval Redundancy Analysis (RDA). RDA is een lineaire ordinatietechniek. Voor de macrofyten is een DCA uitgevoerd.

De autecologie van soorten is opgenomen door gebruik te maken van de autecologische informatie van macrofauna soorten van de kenmerken substraat, rheofilie, stromingsklasse, trofie en saprobie. Iedere macrofauna soort heeft een score voor betreffende sleutelfactor. Deze score loopt van 1 tot 5. De score wordt vermenigvuldigd met de abundantie van de betreffende soort en alle uitkomsten worden per monster opgeteld en gedeeld door de totale abundantie. Voor nadere informatie wordt verwezen naar Verdonchot et al. (2012).

3 Resultaten

3.1 Hydrologie

De peilen zijn op 8 locaties gemeten in verschillende tijdsperioden (Figuur 2). Het verval bij de stuwen is groot terwijl het verval tussen de stuwen zeer beperkt is. De gemiddelde waarden liggen dichtbij de minimumlijn omdat met automatische stuwen de peilfluctuatatie beperkt wordt. Incidenteel treden wel hoge pieken op bij gestreken stuwen (maximumlijn). Bij hoge afvoeren wordt het peil bovenstrooms circa 2 m hoger, terwijl dit benedenstrooms circa 1 m bedraagt. Bij Plaggemars treden geen peilverhoging bij piekafvoeren op omdat de nevengeul Vilsteren bij piekafvoeren het water afvoeren en het peil bij de stuw Plaggemars daarom nauwelijks stijgt.

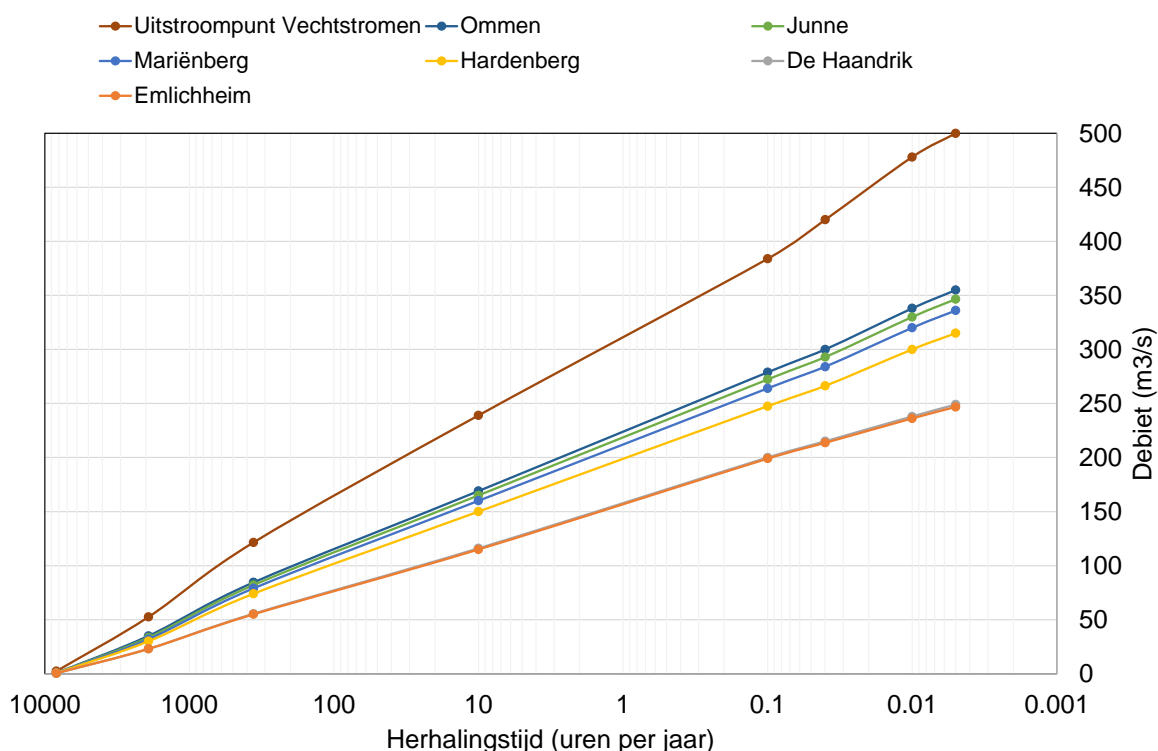


Figuur 2: Verloop van de peilen (waterhoogte m boven NAP) boven- en benedenstrooms van de stuwen in de Overijsselse Vecht en de nevengeul (stuw Plaggemars).

De peilen verschillen nauwelijks tussen zomer en winter:

Stuw	Zomerpeil (m+NAP)	Winterpeil (m+NAP)
De Haandrik	9.15	9.15
Hardenberg	7.10	6.80
Marienberg	5.60	5.30
Junne	4.50	4.15
Vilsteren	2.65	2.35
Vechterweerd	1.25	1.00

Op basis van afvoer- en peilmetingen heeft het waterschap Vechtstromen duurlijnen opgesteld (Figuur 3).

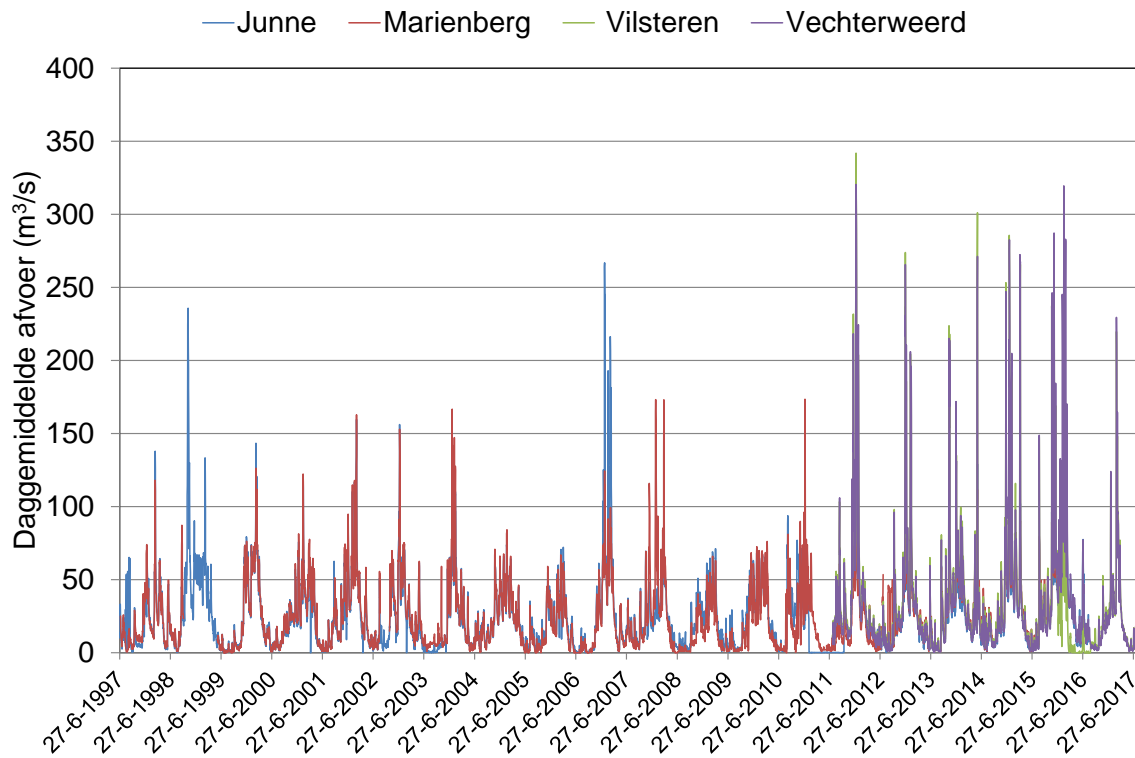


Figuur 3. Duurlijnen voor 7 locaties in het bovenstroomse deel (beheergebied waterschap Vechtstromen) van de Overijsselse Vecht.

De duurlijn bij het uitstroompunt van het beheergebied van Vechtstromen ligt aanzienlijk hoger dan het peilmeetpunt bij Ommen door de aanvoer van water vanuit de Regge. In 95% van het jaar voert de Overijsselse Vecht nog geen kubieke meter water per seconde af terwijl bij piekafvoer dit kan oplopen tot 500 (m^3/s). De Overijsselse Vecht wordt gekenmerkt door lange perioden met nauwelijks afvoer door opstuwing) en korte perioden met snelle afvoer tijdens hoogwatersituaties die slechts in geringe mate door de aanwezige stuwen worden beperkt.

Dit afvoerpatroon zet zich benedenstrooms voort, zoals duidelijk te zien is in het afvoerpatroon over de jaren 2011-2017 bij de stuwen bij Vilsteren en Vechterweerd (Figuur 4). De hogere afvoeren benedenstrooms zijn een gevolg van de afvoeren vanuit het stroomgebied van de Regge. Grote retentie in dit stroomgebied zou de benedenstroomse pieken sterk kunnen afvlakken.

Deze uitersten in lage en hoge afvoeren leiden tot uitersten in stroomsnelheden nabij de bodem van dit riviervlakte. De stroomsnelheid is een belangrijke sleutelfactor voor de ecologie. Te lage waarden leiden tot een daling van het zuurstofgehalte, het verslibben van minerale substraten en hout en het verdwijnen van soorten die direct van stroming afhankelijk zijn. Hoge snelheden leiden tot uitspoelen van planten en dieren en organische substraten (habitat, zoals grof organisch materiaal).



Figuur 4: Het daggemiddelde afvoerpatroon gemeten op 4 afvoerlocaties over de periode 27-06-1997 t/m 16-08-2017.

3.2 Morfologie

Lengteprofiel nevengeulen

Met een drone is in 2017 een luchtopname gemaakt van de nevengeul bij Vilsteren (Figuur 5).



Figuur 5: Bovenaanzicht van de nevengeul in de Overijsselse Vecht nabij Vilsteren in 2017.

De contourlijnen van de oevers van de nevengeul worden gezien als lijnen behorende bij de nulsituatie. Na ongeveer 5 jaar zal een herhaling van de dronevlucht plaats vinden en kan eventuele lengteprofielverandering worden vastgesteld.

Dwarsprofielen

In 2017 heeft het waterschap Vechtstromen een analyse uitgevoerd van de hoogteligging van de rivierbodem van de Overijssels Vecht door profielmetingen (multibeammetingen) uit de jaren 2008, 2013 en 2016 te vergelijken (Schmidt & Lips 2017). Met deze analyse is de nulsituatie anno 2016 in beeld gebracht.

De auteurs concluderen dat in de Overijsselse Vecht veel sedimenttransport plaats vindt, vooral in de perioden dat de stuwen bijna of geheel gestreken zijn. Deze situatie komt jaarlijks verschillende keren voor, meestal in het winterhalfjaar maar niet zelden ook in het zomerhalfjaar. Dit resulteert een min of meer continu bewegende rivierbodem waarbij de bodemhoogte de hoogte van de rivierbodem in alle panden in hoofdzaak fluctueert tussen de -25 cm (erosie) en +25 cm (sedimentatie) met over het geheel genomen een gemiddelde aanwas van ruim 1 cm per jaar (periode 2008-2016) (Schmidt & Lips 2017). De auteurs concluderen verder dat op basis van deze metingen de Overijsselse Vecht momenteel kan worden beschouwd als een laag dynamische rivier en bevestigen het beeld dat morfologische veranderingen zich grotendeels op grote diepte af spelen en dat slechts op enkele plekken sprake is van een oever die aanzandt of erodeert (Tuinder 2017). De geringe morfodynamiek hangt samen met de huidige inrichting van de Vecht.

De analyse van Schmidt & Lips (2017) betrof de diepere delen van het riviertje. De ondiepe delen en oeverzone zijn om reden van ontbrekende gegevens niet meegenomen in de analyse. Juist bij een maatregel als ontstenen zijn vormveranderingen van de oeverzone het doel. Mosselman & van der Mark (2009) geven een beschrijving van de effecten van ontstenen in deze zone. Sinds de ontstening is de zuidoever beneden de stuw Vechterweerd plaatselijk geërodeerd. Dit is een gevolg van het uitspoelen van fijn materiaal. Ook heeft terugschijding van de oeverlijn plaats gevonden. Beide processen zijn echter volgens de auteurs slechts tijdelijk van aard en spelen zich lokaal af.

Tabel 2: Gemiddeld percentage bedekking (en standaardafwijking) van de belangrijkste oeversubstraten opgenomen tijdens de quickscan macrofauna.

Locatie	Loc. no.	stort-steen	zand, incl. slibbig zand	slib/FPOM	CPOM	dood hout	subm. veg.	emer. veg.	driev. veg.	kroos	alg
Rheeze, bestend	1	10(0)	83(5)		6.4(4.9)		1(0)	19(18)		1(0)	
Rheeze, bestend	2	44(11)	10(0)	42(16)	1(0)		1(0)	39(23)		1(0)	
Welsum, ontsteend	3		96(4)		3.6(4.0)		1(0)	13(7)		1(0)	
Zwolle, ontsteend	4	1.0	96(2)		3.4(2.2)			15(7)			
Zwolle, bestend	5	79(0.5)	20(0)		1(0)		1.0	5(0)	3(2.3)		
Spijkerweg, Stegeren, bestend	6	90(0)	10(0)				1(0)	50(0)		1(0)	
bovenstrooms stuw Junne, bestend	7	1(0)	98(0)		1(0)		4.6(4.9)	34(9)		1(0)	
nevengeul Junne bovenstrooms nevengeul 1	8	1(0)	90(14)	25(7)			30(14)		5.0		27(6)
nevengeul Junne, houtpakket 1	9		50(-)	5(-)	5(-)	40(0)	5(-)	5(-)			
nevengeul Junne benedenstrooms nevengeul 2	10		61(18)	38(18)	1(0)		11(14)	23(18)			14(8)
nevengeul Junne, houtpakket 2	11		60(-)	5 (-)	5 (-)	30(0)	1 (-)	5(-)			
Vilsteren, nevengeul 1	12		100(0)				4.4(3.7)	11(5)			11(5)
Vilsteren, houtpakket 1	13		20(-)	45(-)	5 (-)	30(-)	5(-)	5(-)			
Vilsteren, houtpakket 2	14		90 (-)			10(-)					
Vilsteren, nevengeul 2	15		100(0)				1.8(1.8)	5 (5)			1(0)
Vilsteren, bestend	16	50(0)	50(0)				10(0)	5(0)			

Oeversubstraten

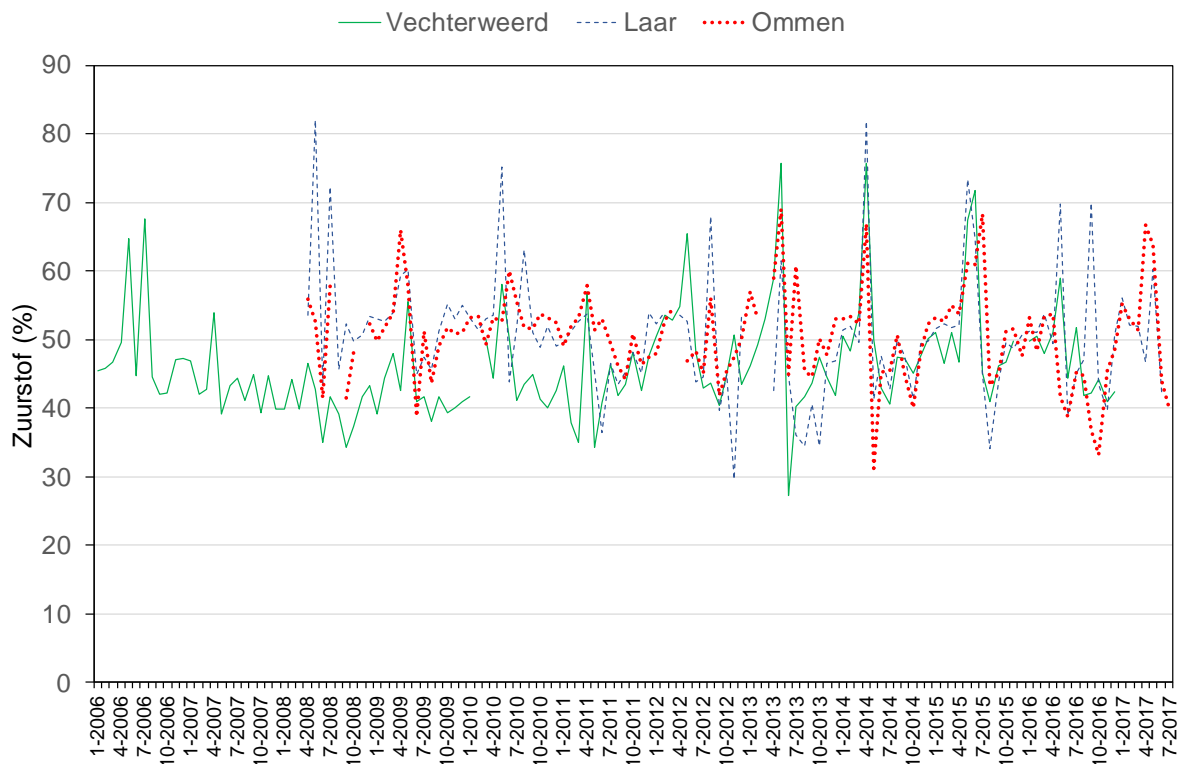
De bestaende oevers bestonden voor 10-90% uit zichtbare stortstenen met nauwelijks variatie tussen de replica's (Tabel 2). De grote variatie in bedekkingspercentages tussen de locaties wordt veroorzaakt door de mate van bedekking van de stortstenen met ander substraat, zoals zand of slib wat op de stenen is afgezet. De ontstane oevers en de oevers van de nevengeulen, maar ook enkele bestaende oevers, werden gedomineerd door zand. De houtpakketten varieerden sterk in bedekking. Dit had te maken met de vorm van de pakketten. In de nevengeul Junne bestonden de pakketten uit clusters van al dan niet vertakte boomstammen die over een lengte van circa 25 m waren ingebracht. In de nevengeul Vilsteren was houtpakket 1 een in het litoraal liggende boomkroon en houtpakket 2 een boomstam die vanaf de oever boven de bodem in de nevengeul stak. Alleen in de nevengeul Junne spelen submerse planten een rol van betekenis. De bestaende oevers hadden een hoger bedekkingspercentage aan emergente vegetatie t.o.v. de andere locaties. In de nevengeulen spelen algen plaatselijk een rol.

3.3 Chemie

Belangrijke voor de ecologie sturende milieufactoren in kleine riviertjes, die ook zijn opgenomen in de standaardmonitoring zijn zuurstof, zuurgraad, temperatuur, nutriënten (P, N), doorzicht en chloride. Omdat zuurstof en temperatuur van groot belang zijn voor het functioneren van macrofauna in riviertjes zijn deze parameters naast de standaard monitoring ook continu gemeten in de litorale zone waar ook de macrofauna quickscan is uitgevoerd.

Zuurstof

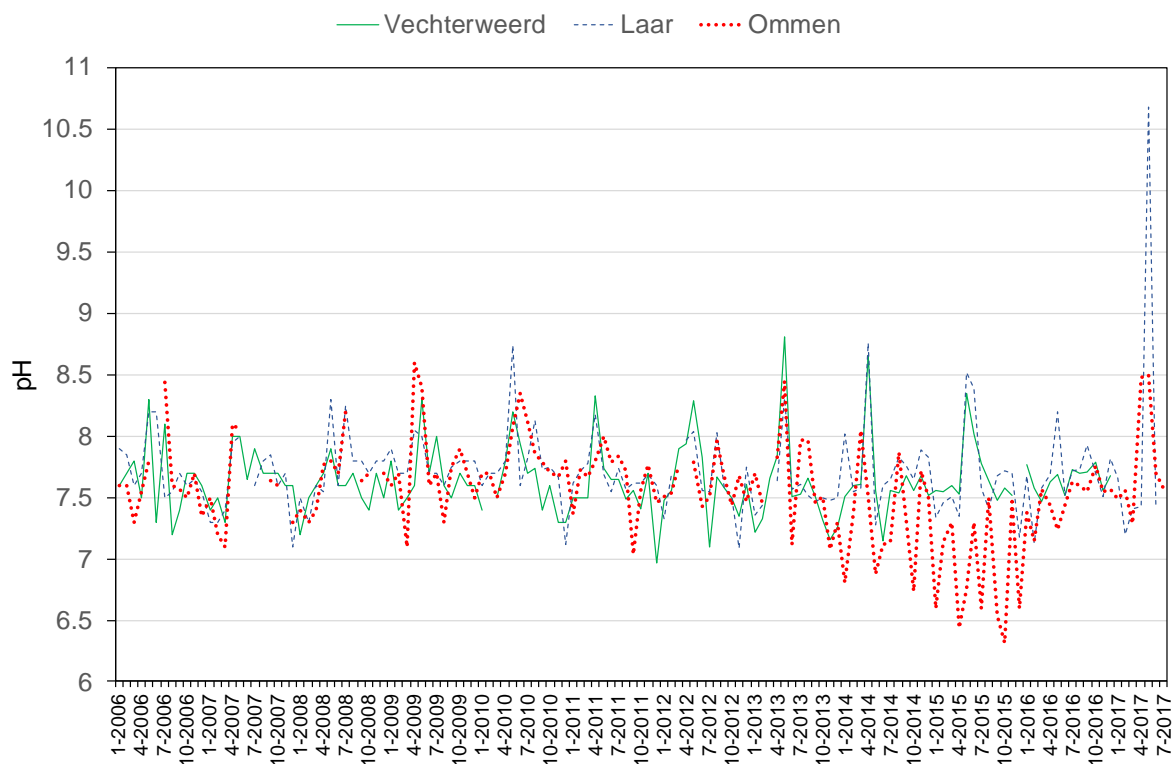
Er bleken veel onjuistheden in de waarden voor het zuurstofgehalte te zitten en daarom is alleen het zuurstofpercentage uitgezet (Figuur 6). Het zuurstofpercentage wisselt van 35% tot 70% verzadiging. Voor een riviertje liggen in de nulsituatie de waarden beneden de voor een goede ecologische kwaliteit gewenste waarde van gemiddeld 80% verzadiging. De zuurstofhuishouding is van boven- naar benedenstrooms iets (tot 10%) slechter met de hoogste pieken bij Laar in de zomer. Er is geen duidelijk seizoensverband.



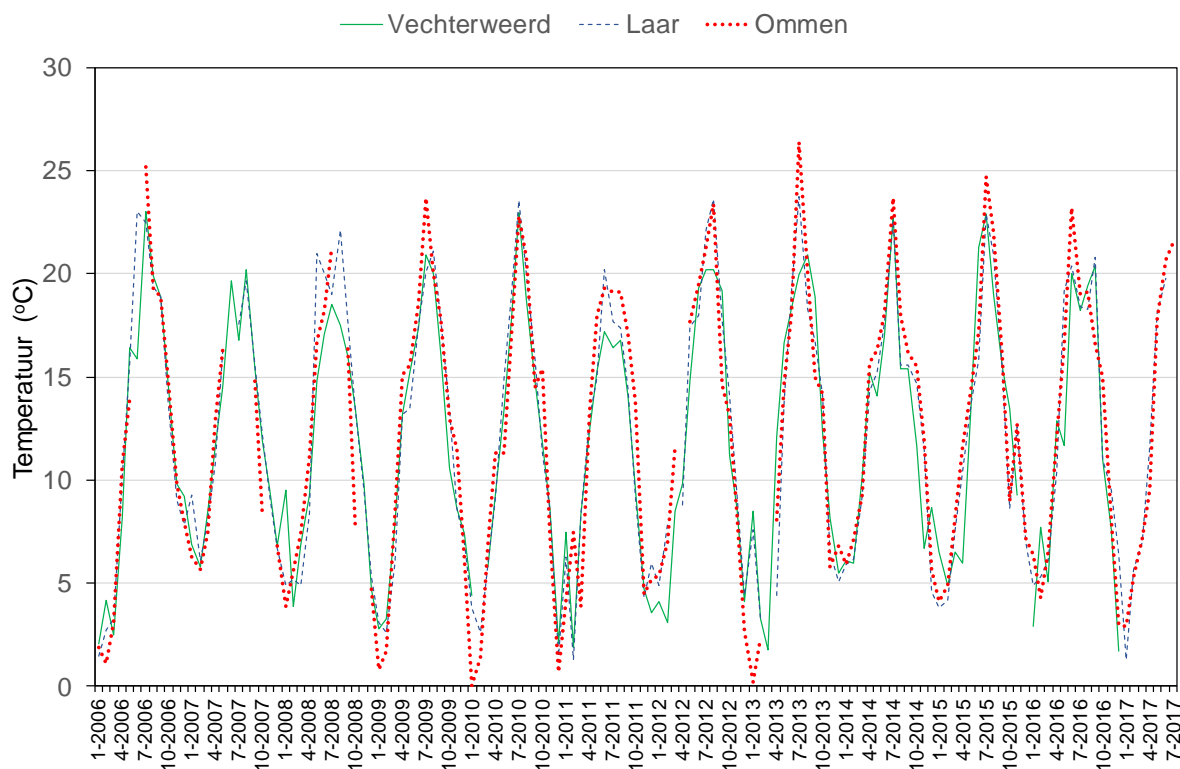
Figuur 6: Het verloop van het zuurstofpercentage over de periode 2006-2017.

Zuurgraad

De pH wisselt tussen de 7,5 en 8 (Figuur 7). Er treden met enige regelmaat pieken op tot boven de 8,5, waarschijnlijk tijdens warme perioden met sterke algenontwikkeling. In 2014 en 2015 is de waarde bij Ommen een vol punt lager. Een reden is onbekend. Het streven is een waarde fluctuerend tussen de 6,5 en 8,5.



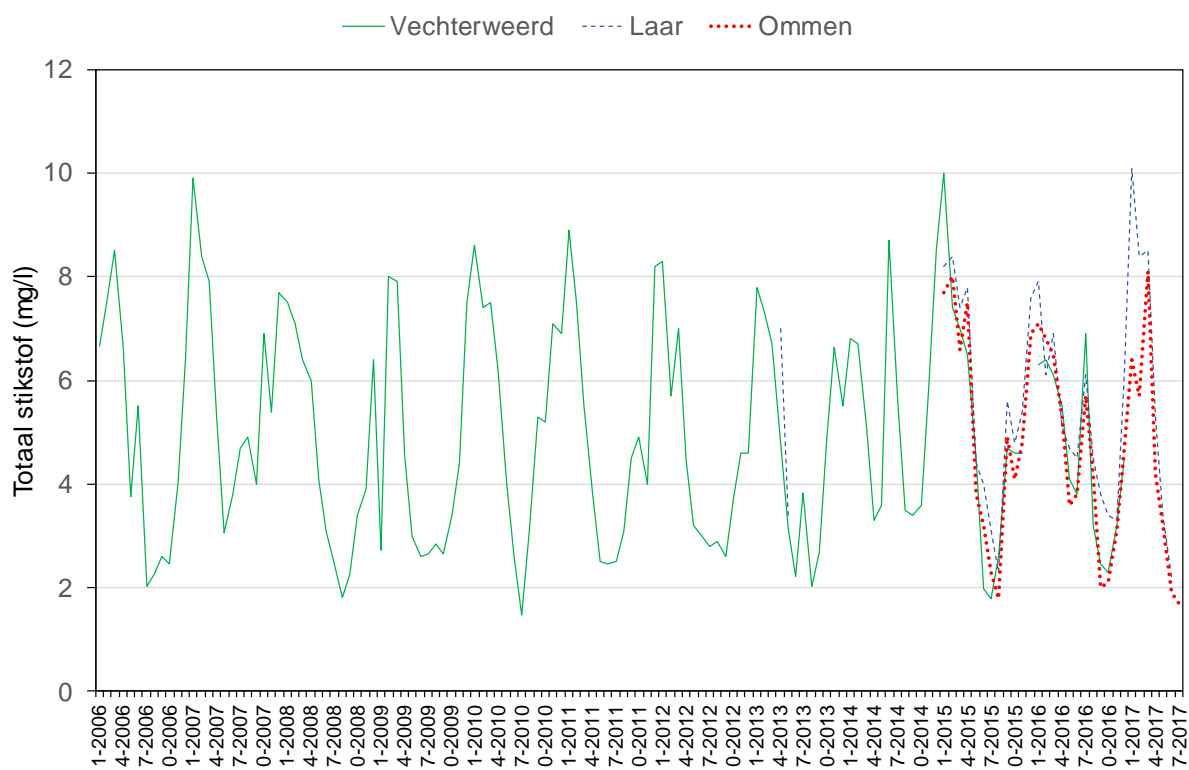
Figuur 7: Het verloop van de zuurgraad over de periode 2006-2017.



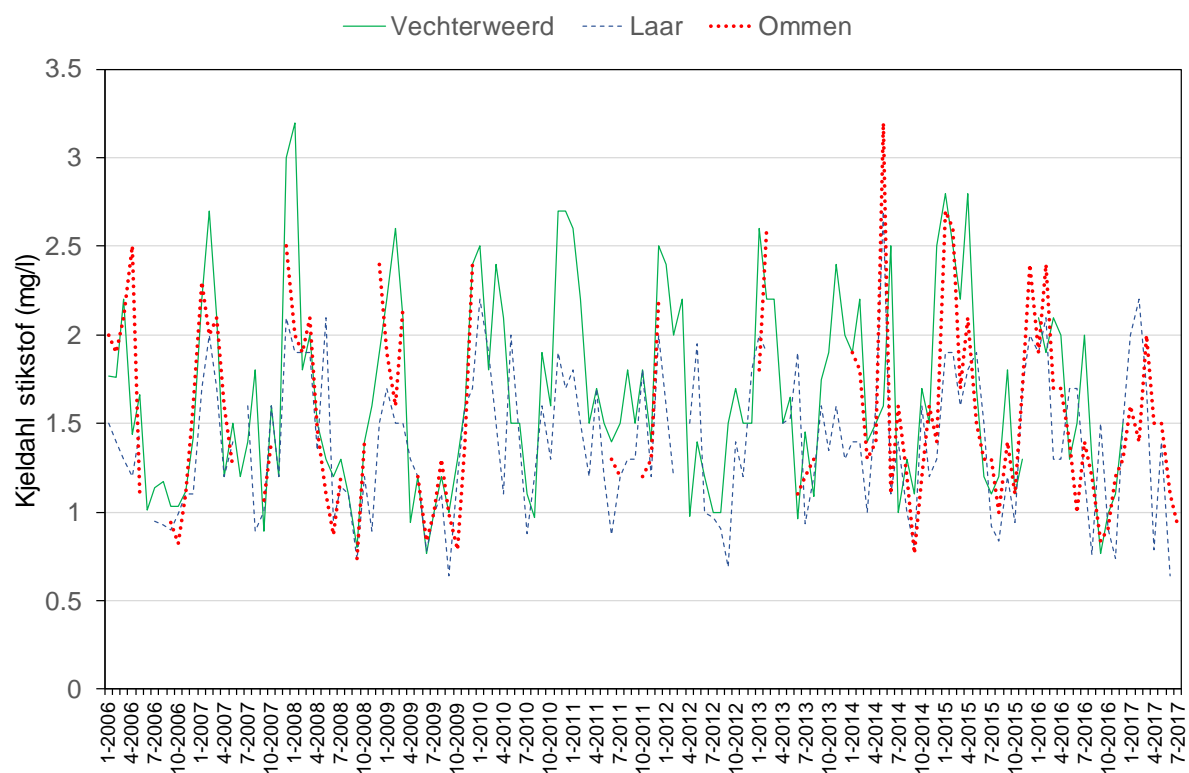
Figuur 8: Het verloop van de temperatuur over de periode 2006-2017.

Temperatuur

De temperatuur volgt in gedempte vorm de luchttemperatuur waarbij de uitersten zijn afgevlakt (Figuur 8). Er is een regelmatig seizoenspatroon. Een meer natuurlijk riviertje heeft door de continue stroming een sterkere afvlakking.



Figuur 9: Het verloop van het totaal stikstofgehalte over de periode 2006-2017.



Figuur 10: Het verloop van het Kjeldahl stikstofgehalte over de periode 2006-2017.

Totaal stikstof

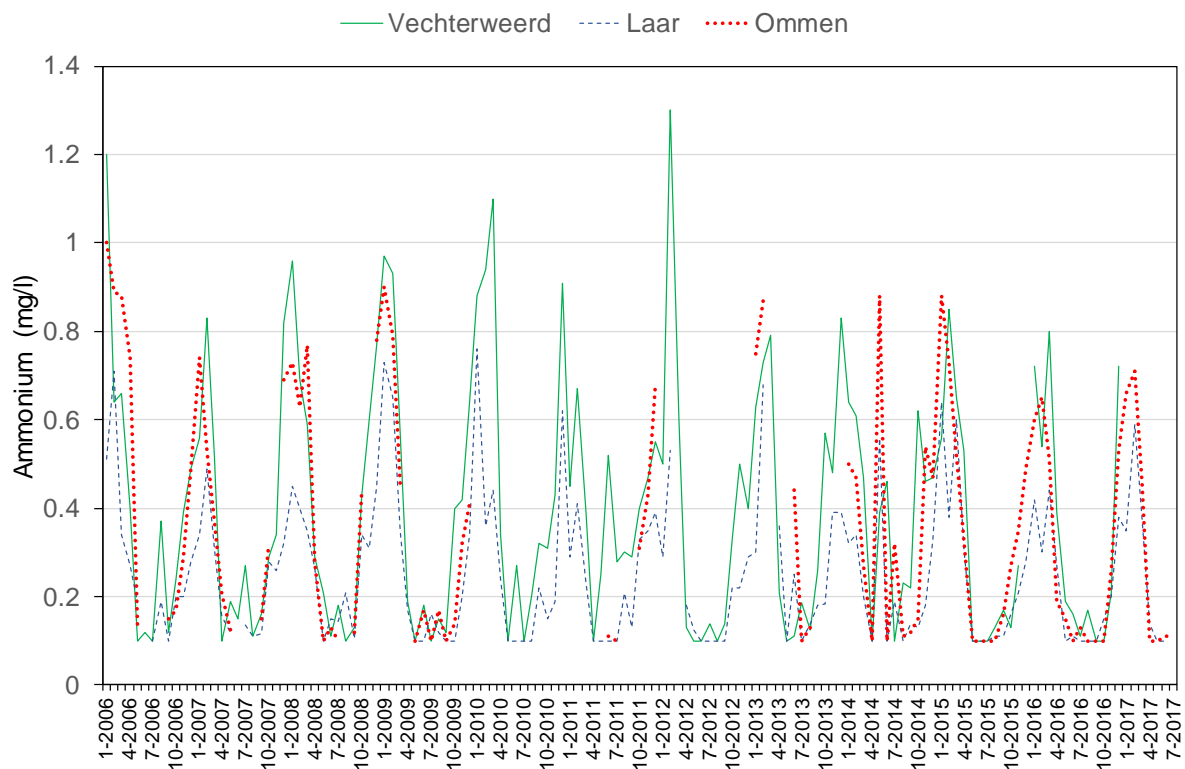
Het totaal stikstofgehalte fluctueert tussen de 2 en 10 mg/L (Figuur 9) met hoge waarden in de winter en vooral januari en lage waarden in juli en augustus. Een meer natuurlijk riviertje heeft een totaal stikstofgehalte van 1-2 mg/L.

Kjeldahl stikstof

Het Kjeldahl stikstofgehalte fluctueert tussen de 0,8 en 2.6 mg/L. met pieken tot 3.2 mg/L (Figuur 10). Ook het Kjeldahl stikstofgehalte volgt een zomer-winter patroon met hoge waarden in de winter. Een meer natuurlijk riviertje heeft een Kjeldahl stikstofgehalte van 1 tot 2 mg/L.

Ammonium

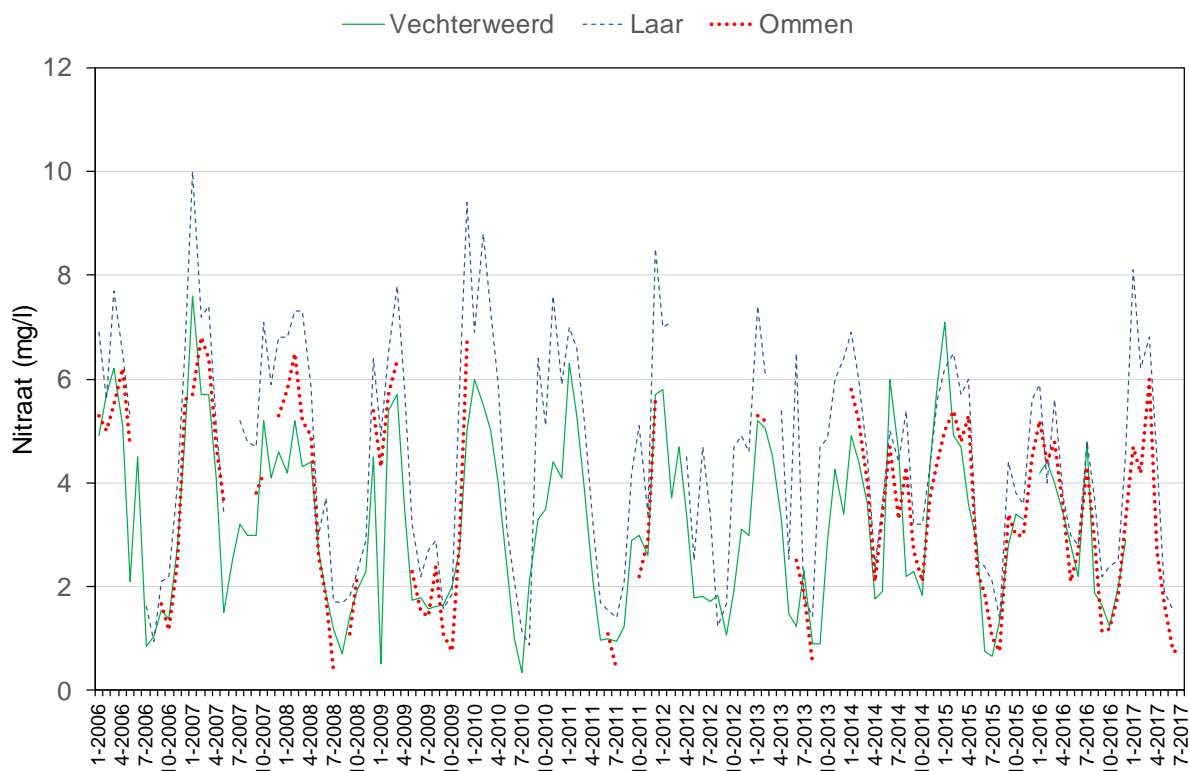
Het ammoniumgehalte fluctueert tussen de 0.1 en 0.9 mg/L met pieken tot 1,3 mg/L (Figuur 11). Ook het ammoniumgehalte volgt een zomer-winter patroon met hoge waarden in de winter. Een meer natuurlijk riviertje heeft een ammoniumgehalte van <0,4 mg/L.



Figuur 11: Het verloop van het ammoniumgehalte over de periode 2006-2017.

Nitraat

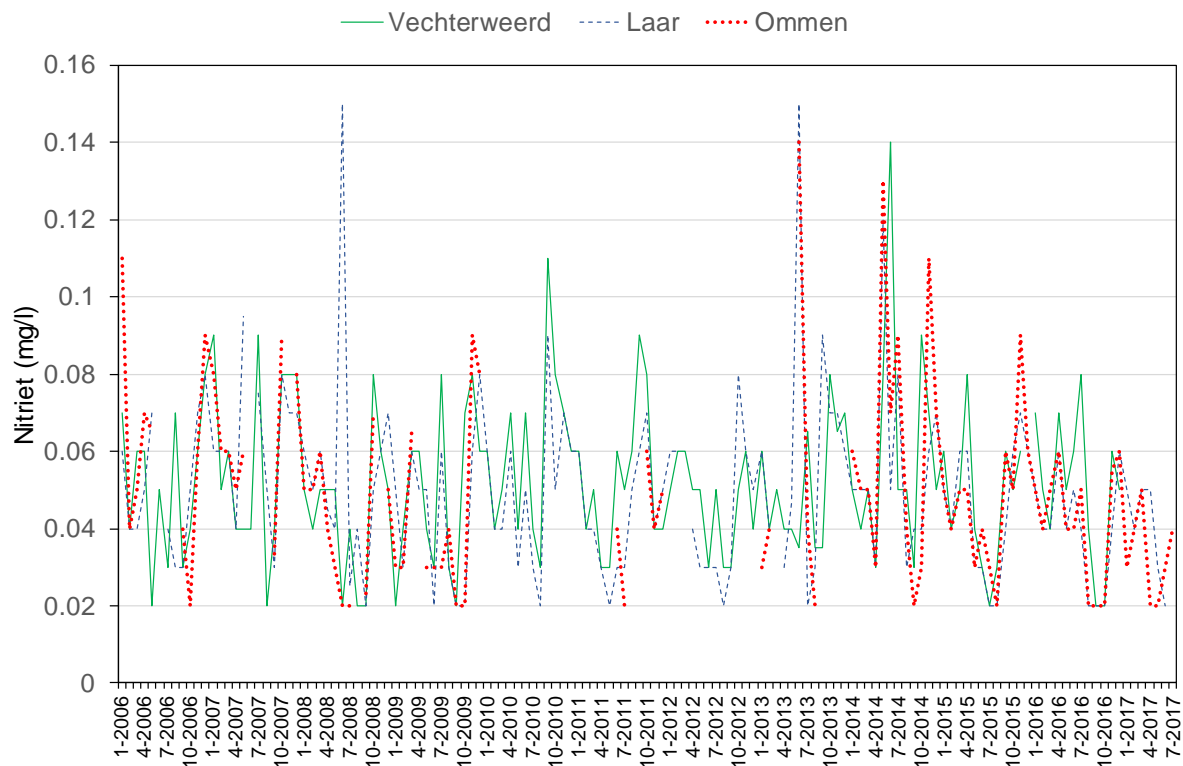
Het nitraatgehalte fluctueert tussen de 1 en 8 mg/L met pieken tot 10.0 mg/L (Figuur 12). Bij Laar zien we de hoogste waarden in de winter. Het gehalte neemt van boven- naar benedenstrooms iets af. Een meer natuurlijk riviertje heeft een nitraatgehalte van <0,46 mg/L.



Figuur 12: Het verloop van het nitraatgehalte over de periode 2006-2017.

Nitriet

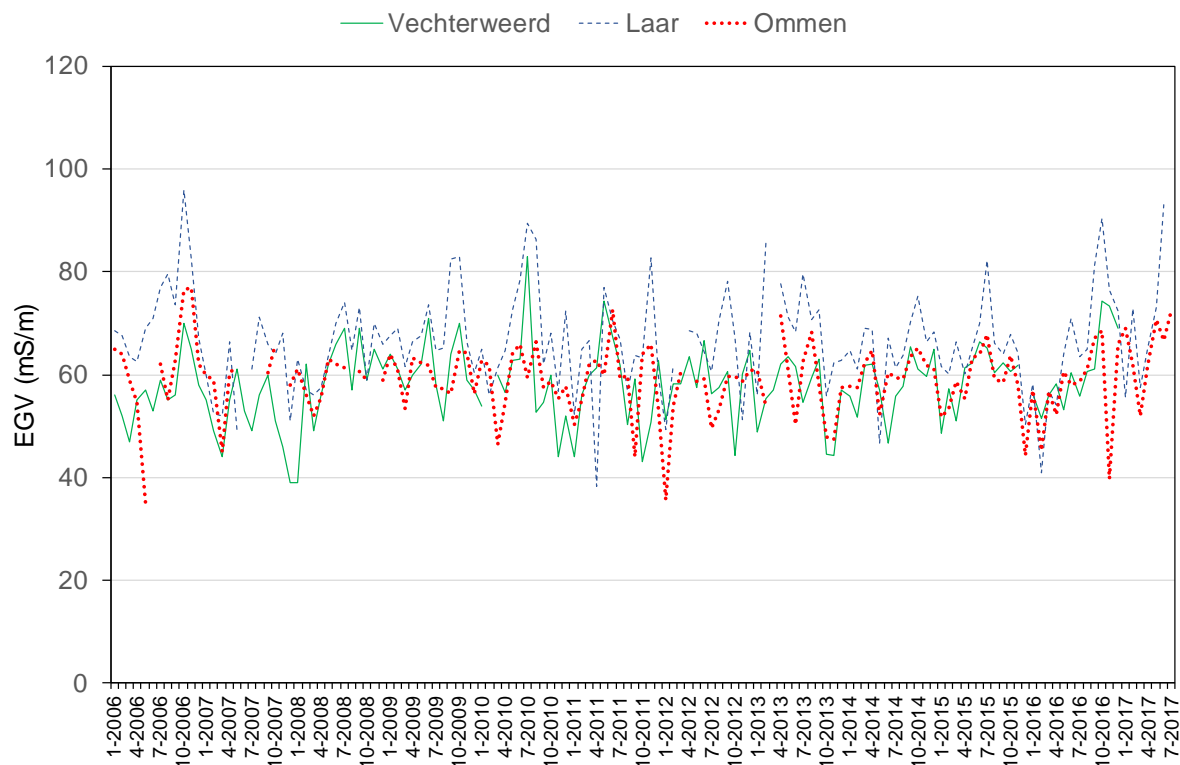
Het nitrietgehalte fluctueert tussen de 0,02 en 0,10 mg/L met pieken tot 0,15 mg/L (Figuur 13). Het patroon is sterker wisselend door een jaar en een patroon ontbreekt. Een meer natuurlijk riviertje heeft een verwaarloosbaar nitrietgehalte (rond de 0 mg/L).



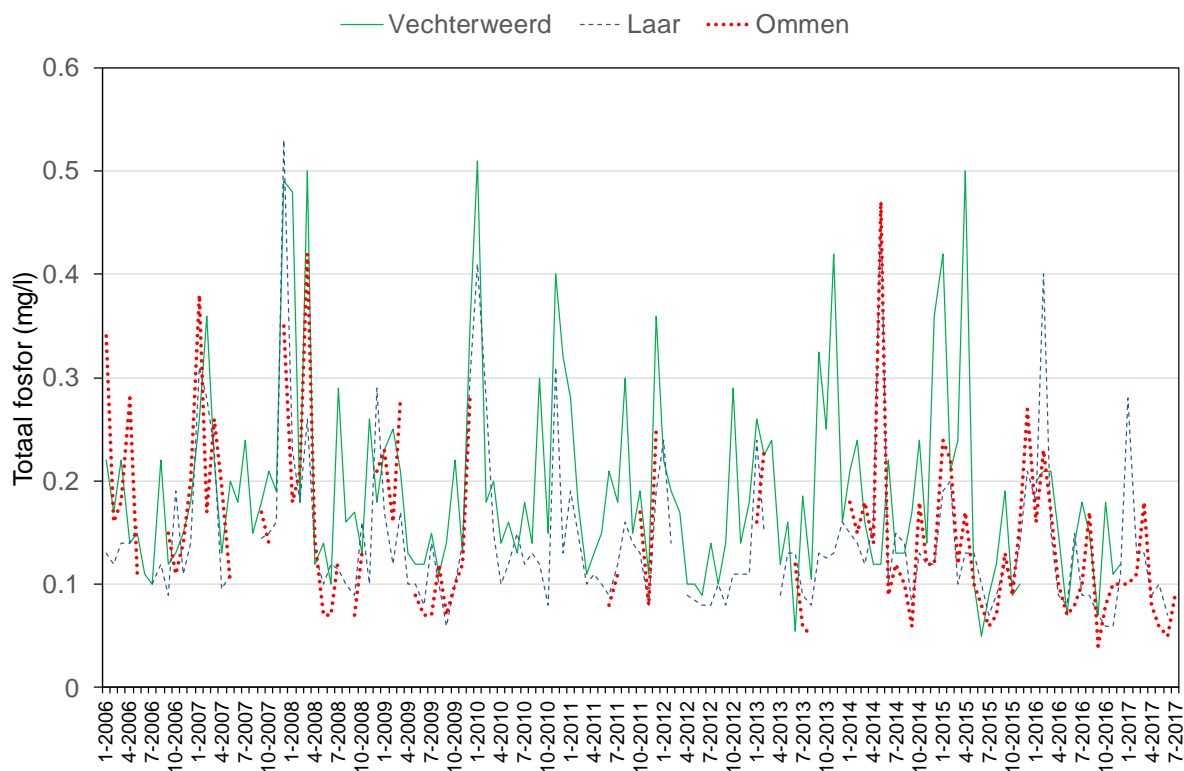
Figuur 13: Het verloop van het nitrietgehalte over de periode 2006-2017.

Elektrische geleidendheid

De elektrische geleidendheid fluctueert tussen de 50 en 70 mS/m met uitschieters naar 95 mS/m (Figuur 14). Er is een sterk wisselend onregelmatig patroon met de hoogste waarden bij Laar. Een meer natuurlijk riviertje heeft een geleidendheid van 25-50 mS/m.



Figuur 14: Het verloop van de elektrische geleidendheid (EGV) over de periode 2006-2017.



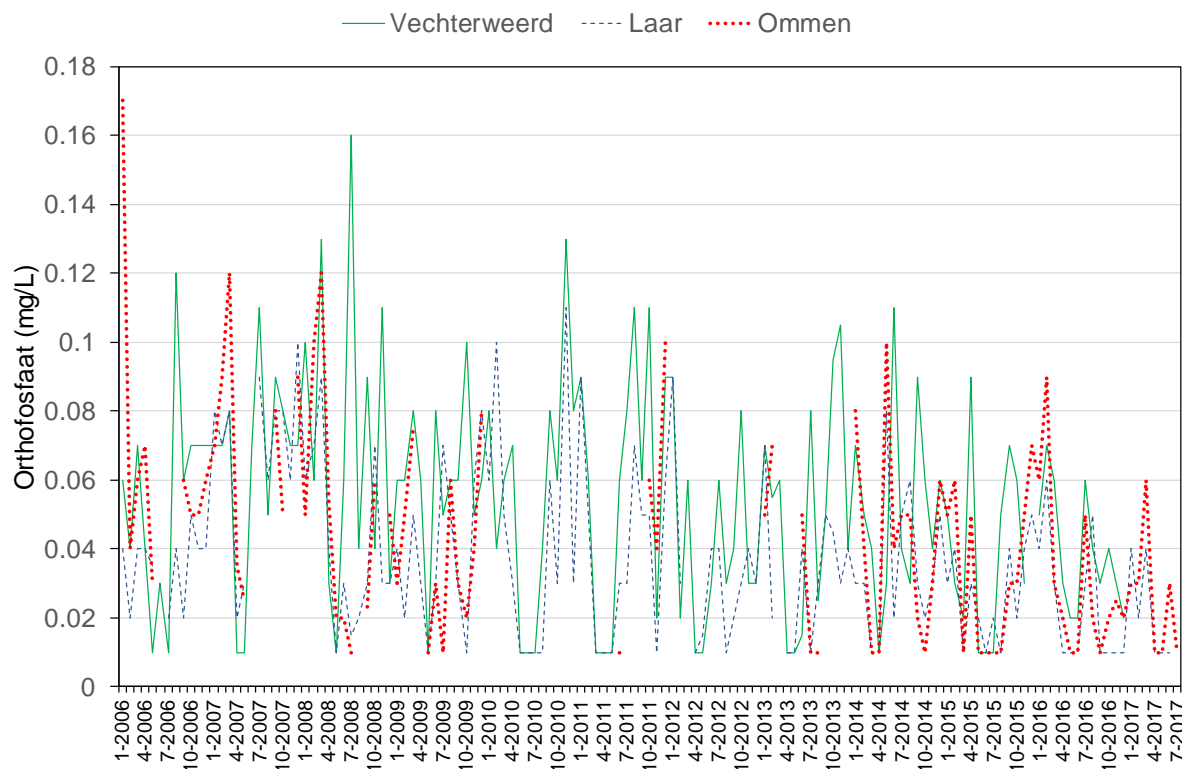
Figuur 15: Het verloop van het totaal fosforgehalte over de periode 2006-2017.

Totaal fosfor

Het totaal fosforgehalte fluctueert tussen de 0,05 en 0,40 mg/L met pieken naar 0,52 mg/L (Figuur 15). De hoogste pieken treden vooral in de winter op. Vechterweerd kent steeds de hoogste waarden. Een meer natuurlijk riviertje heeft een totaal fosforgehalte dat onder de 0,10 mg/L ligt.

Orthofosfaat

Het orthofosfaatgehalte fluctueert tussen de 0.01 en 0.12 mg/L met uitschieters naar 0,17 mg/L (Figuur 16). Het patroon is enigszins vergelijkbaar met het totaal fosfor. Er is een dalende trend zichtbaar in maximumwaarden. Een meer natuurlijk riviertje heeft een orthofosfaatgehalte dat kleiner is dan 0.10 mg/L.



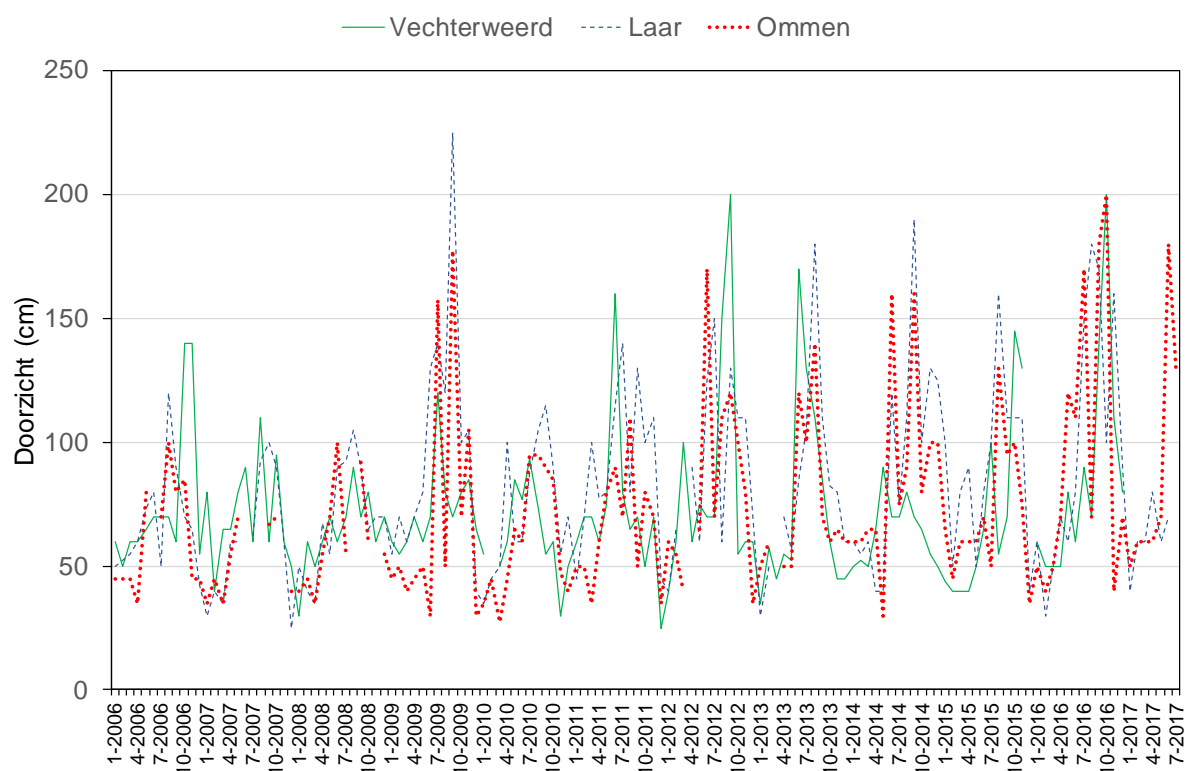
Figuur 16: Het verloop van het orthofosfaatgehalte over de periode 2006-2017.

Doorzicht

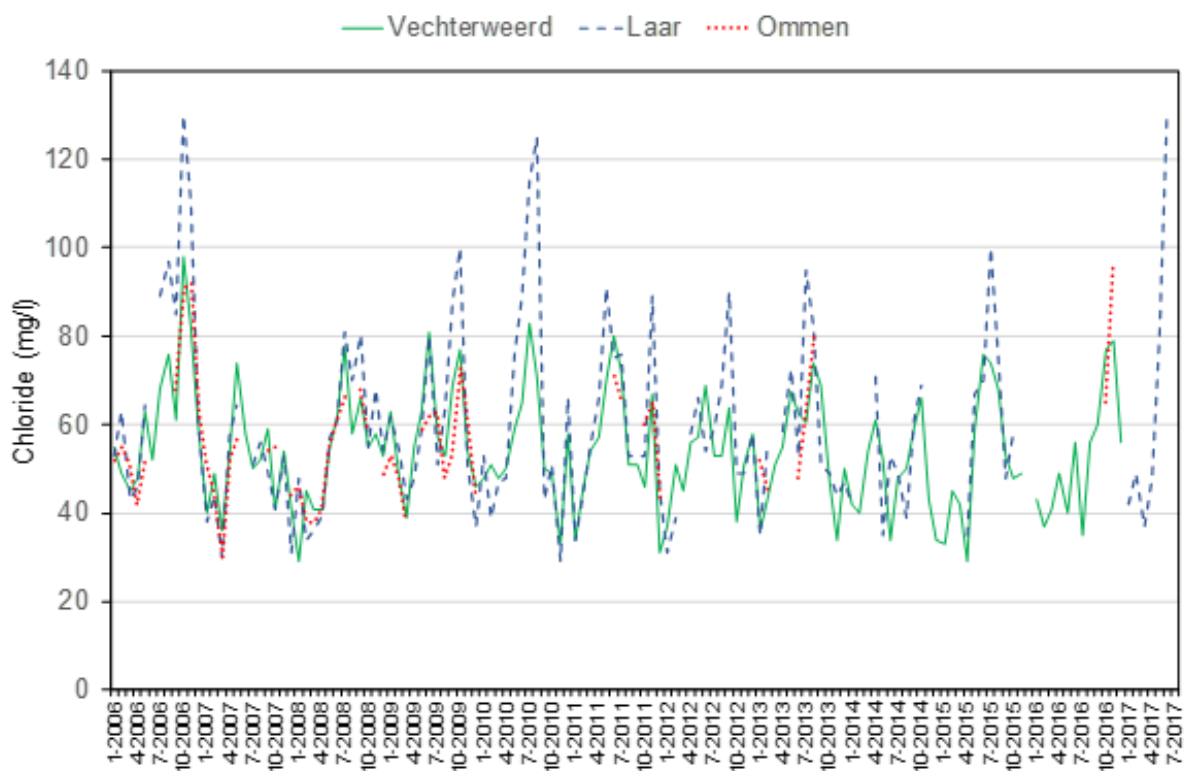
Het doorzicht fluctueert tussen de 35 cm en meer dan 2 m (Figuur 17). De hoogste waarden treden meestal in de zomer-nazomer op. Een meer natuurlijk riviertje heeft helder water, met zicht tot op de vaak veel ondiepere bodem.

Chloride

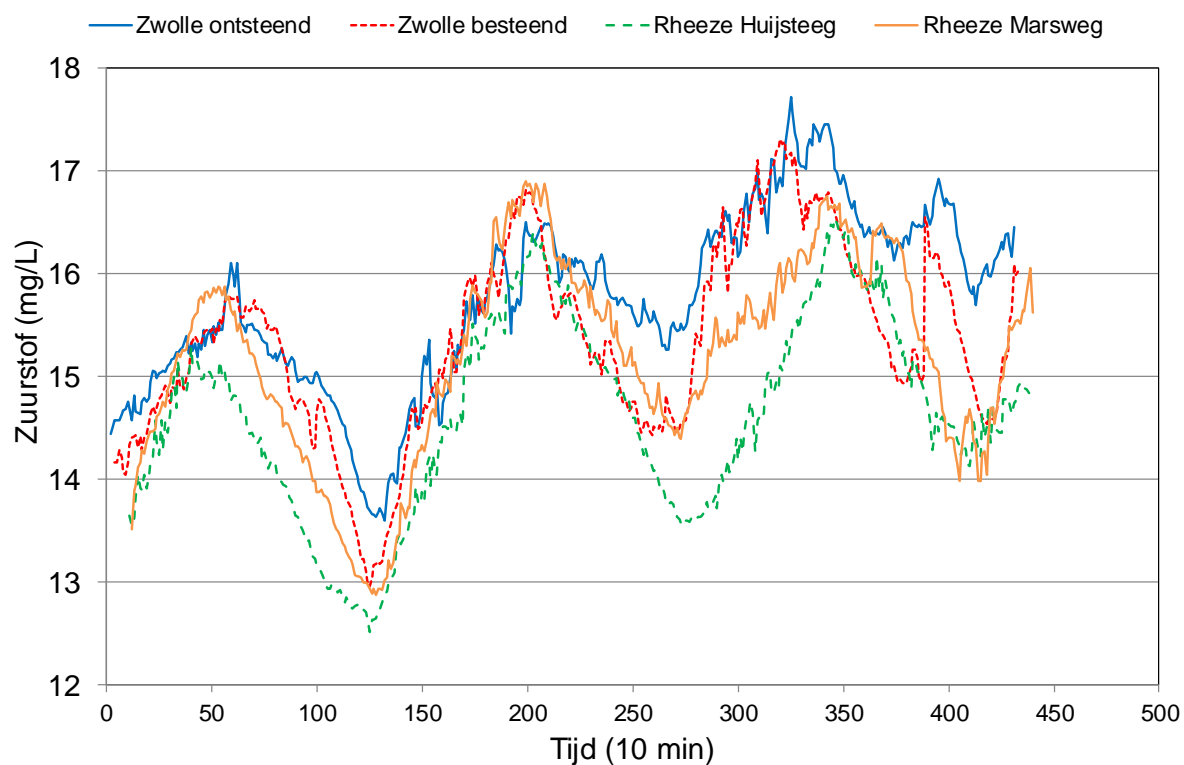
Het chloridegehalte fluctueert tussen de 30 en 80 mg/L met pieken naar ruim 120 mg/l (Figuur 18). De pieken treden op in de zomer en de dalen in de winter. Dit hangt samen met de afvoer. Een meer natuurlijk riviertje heeft een chloridegehalte van 10-40 mg/L.



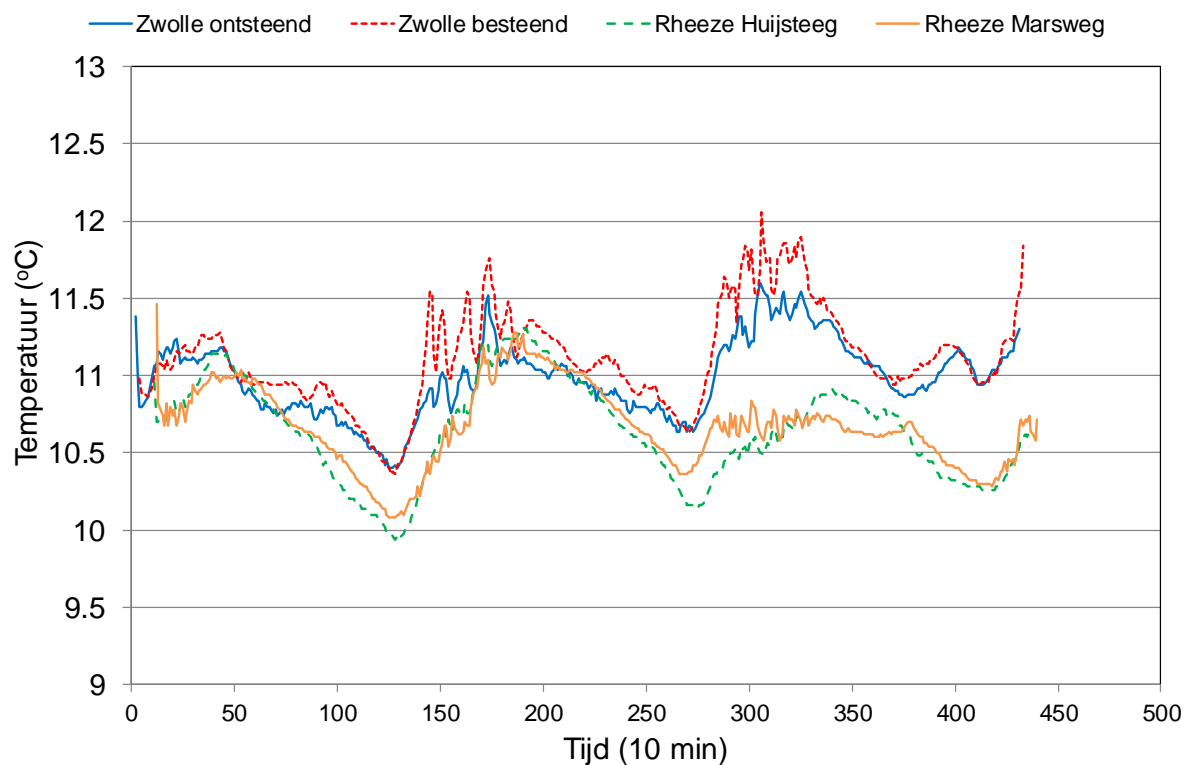
Figuur 17: Het verloop van het doorzicht over de periode 2006-2017.



Figuur 18: Het verloop van het chloridegehalte over de periode 2006-2017.



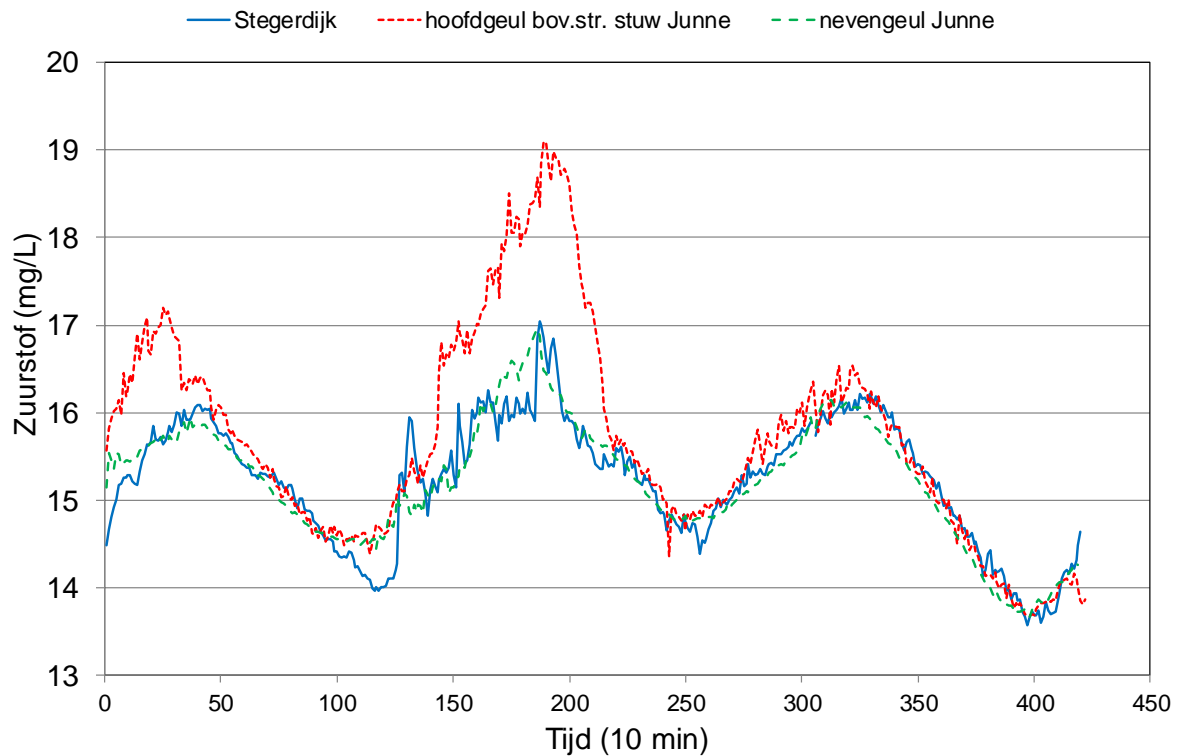
Figuur 19: Het continue verloop van het zuurstofgehalte over de periode 25-28 april 2017 in de litorale zone van de locaties Zwolle ontsteend, Zwolle besteed, Rheeze Huijsteeg en Marsweg.



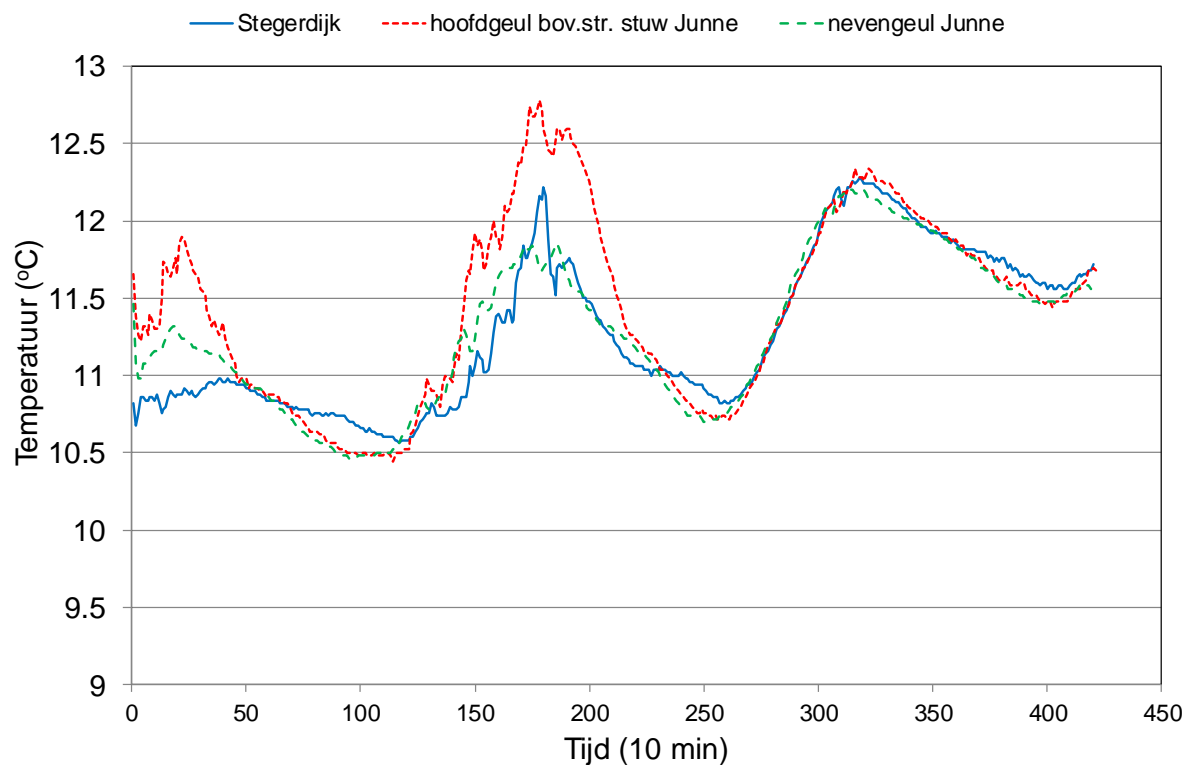
Figuur 20: Het continue verloop van de temperatuur over de periode 25-28 april 2017 in de litorale zone van de locaties Zwolle ontsteend, Zwolle besteed, Rheeze Huijsteeg en Marsweg.

Het zuurstofgehalte in de litorale zone van de locaties Zwolle ontsteend, Zwolle bestend, Rheeze Huijsteeg en Marsweg is goed (Figuur 19) onder de heersende temperatuur (Figuur 20). De locaties Rheeze blijven iets achter bij de locaties Zwolle.

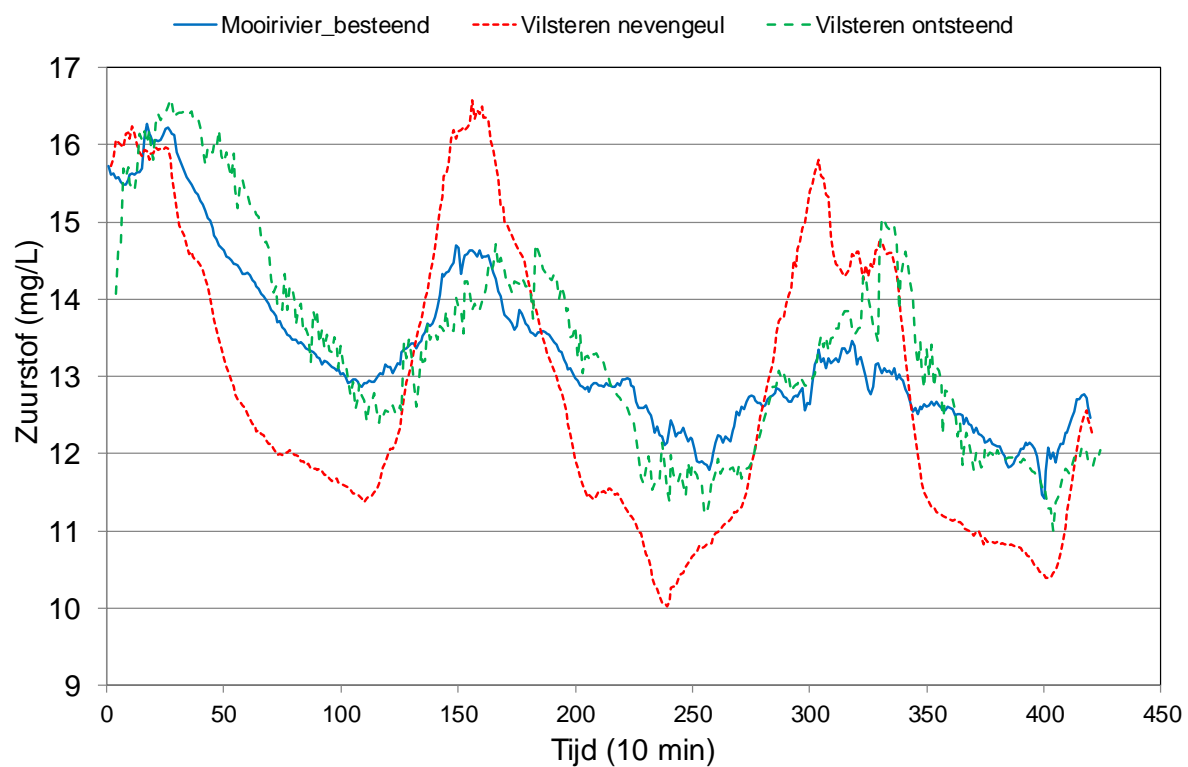
Het zuurstofgehalte in de litorale zone van de locaties Stegerdijk en Junne bovenstrooms van de stuw en in de nevengeul is goed (Figuur 21). De hoofdgeul bij Junne heeft hogere zuurstofgehalten bij een hogere temperatuur (Figuur 22), waarschijnlijk samenhangend met een hogere zuurstofproductie door algen onder die omstandigheden.



Figuur 21: Het continue verloop van het zuurstofgehalte over de periode 28 april – 1 mei 2017 in de litorale zone van de locaties Stegerdijk en Junne bovenstrooms van de stuw en in de nevengeul.

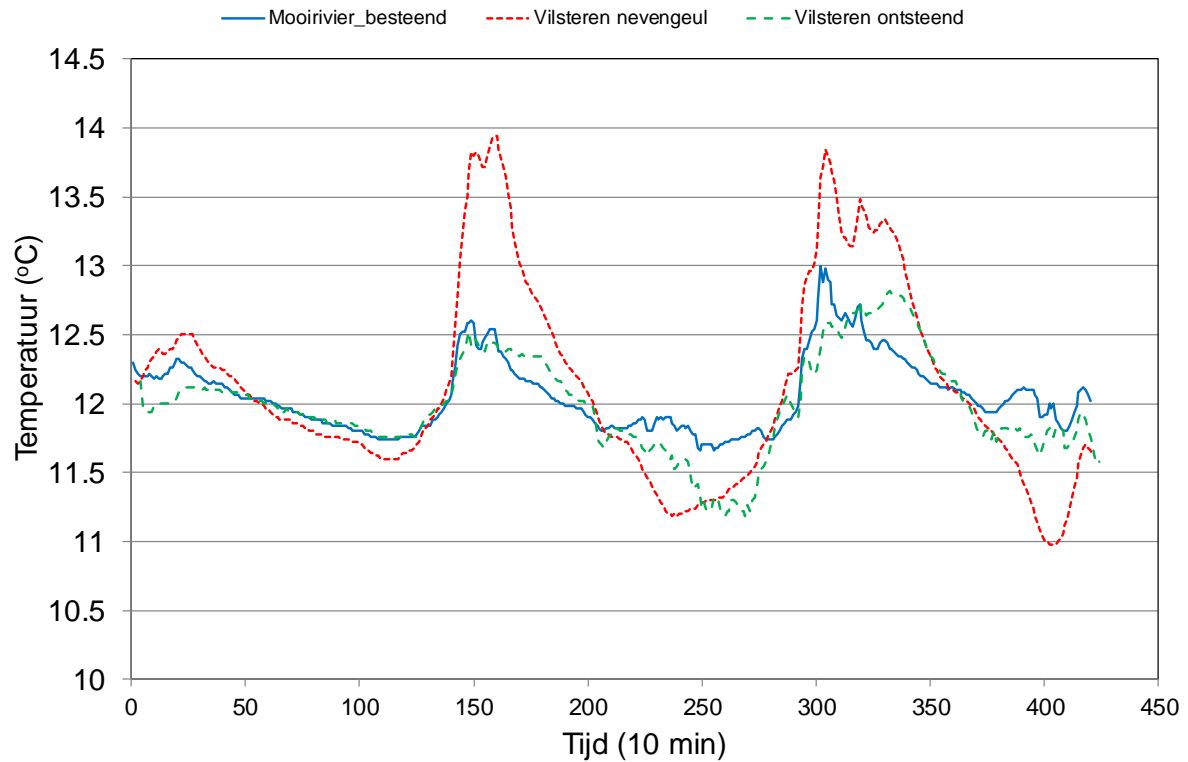


Figuur 22: Het continue verloop van de temperatuur over de periode 28 april – 1 mei 2017 in de litorale zone van de locaties Stegerdijk en Junne bovenstrooms van de stuw en in de nevengeul.



Figuur 23: Het continue verloop van het zuurstofgehalte over de periode 1-4 mei 2017 in de litorale zone van de locaties Mooirivier besteed en Vilsteren nevengeul en ontsteende hoofdgeul.

Het zuurstofgehalte in de litorale zone van de locaties Mooirivier besteed en Vilsteren nevengeul en ontsteende hoofdgeul is goed (Figuur 23). De nevengeul heeft een sterkere wisseling in zuurstofgehalte door het stagnante karakter met hogere temperaturen (Figuur 24) en daardoor meer zuurstofproductie door algen.



Figuur 24: Het continue verloop van de temperatuur over de periode 1-4 mei 2017 in de litorale zone van de locaties Mooirivier besteed en Vilsteren nevengeul en ontsteende hoofdgeul.

Macrofauna

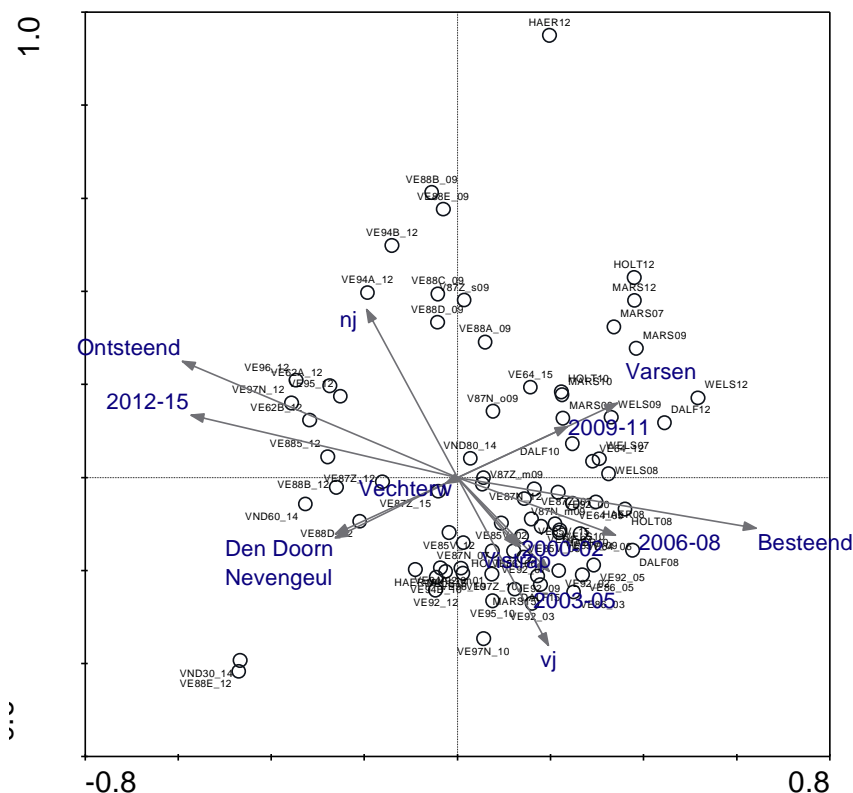


Figuur 26: DCA-ordinatiediagram (as 1 en 2) van alle bestaande gegevens over de periode 2009-2015.

Met andere woorden de macrofauna verschilt tussen de nevengeul, de vistrap en de besteede en ontsteeende oever, met een onzekerheid wat betreft de invloed van het seizoen op deze scheiding.

Groep monsters		voor 2009		na 2009	
		Gemiddeld aantal taxa.	sd	Gemiddeld aantal taxa	sd
Alle monsters gecombineerd		91.0	10.0	101.5	18.5
Per seizoen	Voorjaar	92.3	3.2	99.1	19.9
	Najaar	90.7	10.7	103.1	17.9
Per type traject	Besteend	94.3	9.9	94.6	16.3
	Ontsteend	84.5	7.8	100.2	12.7
	Nevengeul			135.5	12.8
	Vistrap	84.2	6.9	96.3	7.6

Vegetatie



24

Een ordinatie van alle bestaande gegevens laat zien dat er op de eerste as een scheiding is tussen de monsters van de bestaande oevers versus die van de ontstende oevers (Figuur 27). De ontstende opnames lopen parallel aan de periode 2012-2015 (ontstening) en de oudere opnames (bestaande oevers). Min of meer loodrecht hierop staan de opnames uit de nevengeul (bij Den Doorn) t.o.v. de opnames nabij Varsen.

Vergelijken we de ontstende oevers met de bestaande oevers dan zien we een toename in de taxonrijksdom van 14,7 taxa (sd = 8,9, n = 45) naar 22,4 taxa (sd = 14,0, n = 27) (Tabel 4).

Zo heeft Den Doorn aanzienlijk meer taxa ten opzichte van Varsen en is de nevengeul veel rijker dan de overige opnames (Tabel 4).

Tabel 4: Gemiddeld (sd, n) aantal plantentaxa in de opnames naar seizoen, periode van 3 jaren, locatie en maatregel.

Groep monsters		Gemiddeld aantal taxa	sd	n
Seizoen totaal	Voorjaar	23.1	11.91	24
	Najaar	17.0	12.0	56
Totaal per periode	2000-02	16.2	9.5	5
	2003-05	11.5	4.5	4
	2006-08	15.5	6.2	14
	2009-11	14.7	7.2	25
	2012-15	24.9	15.7	32
Locatie	Varsen	15.4	9.3	22
	Vechterweerd	18.6	11.4	31
	Den Doorn	22.0	14.6	27
Type traject	Besteend	14.7	8.9	45
	Ontsteend	22.4	14.0	27
	Nevengeul	41.3	4.9	3
	Vistrap	24.0	9.7	5

Samenvattend is er wel een verschil te zien bij de vegetatie maar niet bij de macrofauna na ontstening.

Vissen

Op 24 september 2014 heeft de Stichting Visserijkundig onderzoek Oost-Nederland een visbemonstering (zegen, 30 m) uitgevoerd in de geul nabij Den Doorn. De volgende soorten zijn aangetroffen:

Lokaal/regionaal tolerante soort: Blankvoorn (89), Brasem (71), Baars (13), Snoek (2), Karper (1), Pos (18), Kleine modderkruiper (1).

Lokaal/regionaal stilstaand-water-soort: Ruisvoorn (1), Zeelt (1).

Lokaal/regionaal stromingsminnende soort: Winde (22), Roofblei (277), Bempje (12), Riviergrondel (3) Zwartbekgrondel (2).

De soortensamenstelling en aantalsverdeling duidt op een mix van stilstaand en stromend water soorten, waarbij binnen de stilstaand-water-soorten typische soorten van plantenrijke wateren/moerassen zijn aangetroffen terwijl qua stromend water typische soorten/specialisten grotendeels ontbreken. Het betreft slechts 1 meting benedenstrooms.

3.5 Biologie: nulmetingen

Quickscan macrofauna

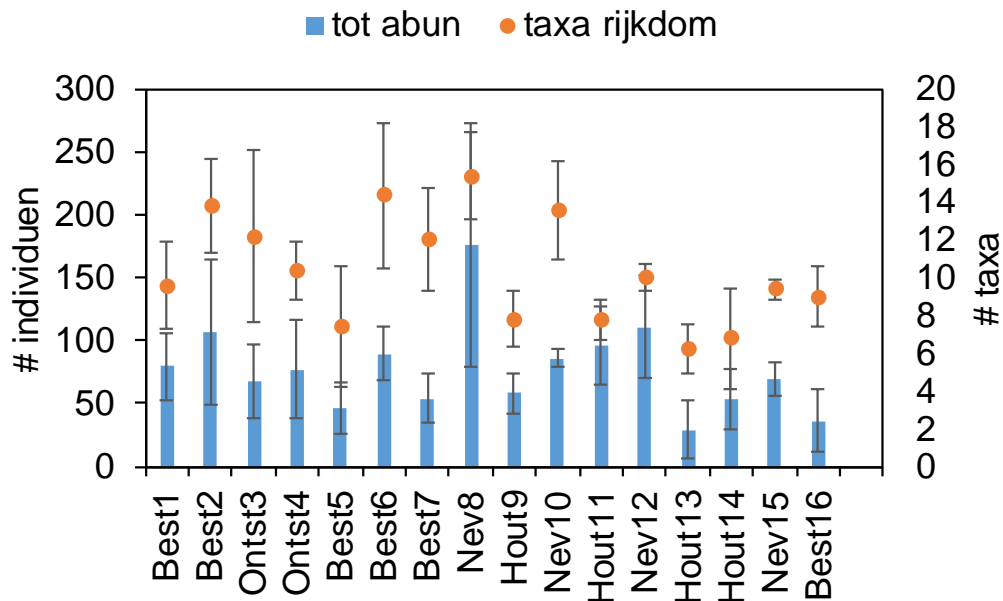
Tegelijk met de quickscan macrofauna zijn een aantal milieuvariabelen opgenomen per monster. Daardoor was het mogelijk om over de 10 replica's ook de variatie in de substraatvariabelen te berekenen (Tabel 5).

Tabel 5: De variatie in enkele substraatvariabelen opgenomen tijdens de quickscan macrofauna.

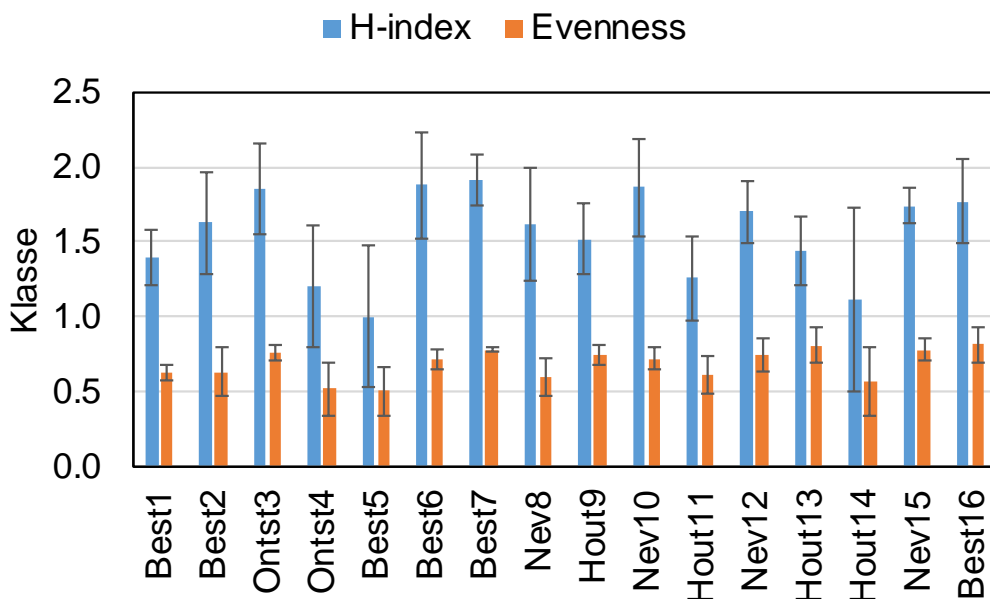
	Locatie									
	Best1	Best2	Ontst3	Ontst4	Best5	Best6	Best7	Nev8	Hout9	Nev10
stortsteen	10 (0)	44 (11.4)			79.4 (0.5)	90 (0)	1 (0)	1 (0)		
zand, inclusief slibbig zand	83.6 (4.9)	10 (0)	96.4 (4.0)	96.6 (2.2)	20 (0)	10 (0)	98 (0)	90 (14.1)		61.2 (17.7)
slib/FPOM		42 (16.4)						25 (7.0)		38 (17.9)
CPOM	6.4 (4.9)	1 (0)	3.6 (4.0)	3.4 (2.2)	1 (0)		1 (0)			1 (0)
dood hout									100 (0)	
submerse vegetatie	1 (0)	1 (0)	1 (0)			1 (0)	4.6 (4.9)	30 (14.1)		10.6 (13.6)
emerse vegetatie	19 (18.2)	39 (23.3)	13 (6.7)	15 (7.1)	5 (0)	50 (0)	34 (8.9)			23 (17.9)
drijvende vegetatie					3 (2.3)					
kroos	1 (0)	1 (0)	1 (0)			1 (0)	1 (0)			
alg								26.7 (5.8)		13.75 (7.5)
besteend		1			1	1	1			
ontsteend			1	1						
nevengeul								1		1
houtinbreng									1	

	Hout11	Nev12	Hout13	Hout14	Nev15	Best16
stortsteen						50 (0)
zand, inclusief slibbig zand		100 (0)			100 (0)	50 (0)
slib/FPOM						
CPOM						
dood hout	100 (0)		100 (0)	100 (0)		
submerse vegetatie		4.4 (3.7)			1.8 (1.8)	10 (0)
emerse vegetatie		11 (5.5)			5 (0)	5 (0)
drijvende vegetatie						
kroos						
alg		11 (5.5)			1 (0)	
besteend						1
ontsteend						
nevengeul		1			1	
houtinbreng	1		1	1		

Stortsteen is vooral dominant op de besteende oevers, hout uiteraard in de houtpakketten. Voor het overige is zand het meest dominante substraat. Vegetatiebegroeiing is beperkt behalve nabij de Spijkerweg en de Junnerweg (traject Karshoek/Stegeren) (Tabel 5).



Figuur 28: De totale abundantie en het aantal taxa (beide met standaardafwijking) voor de 16 QuickScan locaties op basis van de aanwezige macrofauna taxa in de monsters.

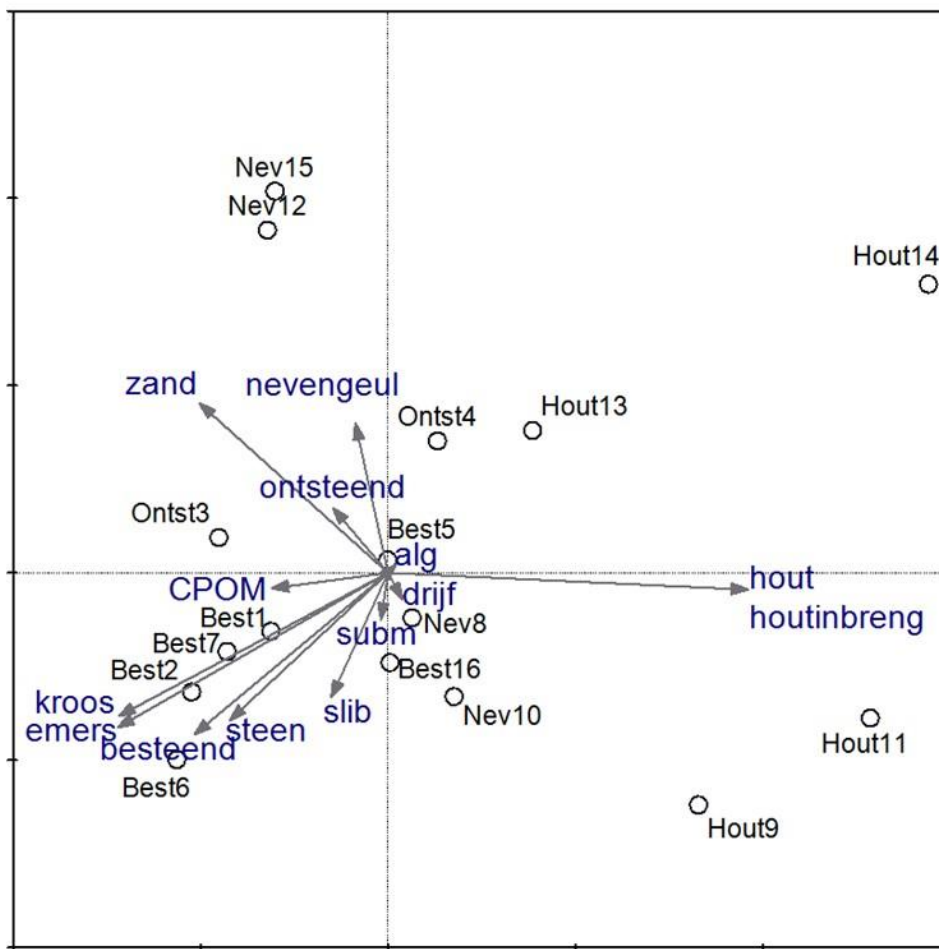


Figuur 29: De Shannon-Wiener diversiteitsindex (H) en de evenness-index (beide met standaardafwijking) voor de 16 QuickScan locaties op basis van de aanwezige macrofauna taxa in de monsters.

Het aantal individuen wisselt tussen de 29 en 176, het aantal taxa tussen de 6 en 15 (Figuur 28) met een redelijke spreiding in beide parameters. De Shannon-Wiener diversiteit varieert tussen de 1 en bijna 2, de evenness is gemiddeld 0,5 tot relatief hoog 0,8 (Figuur 29).

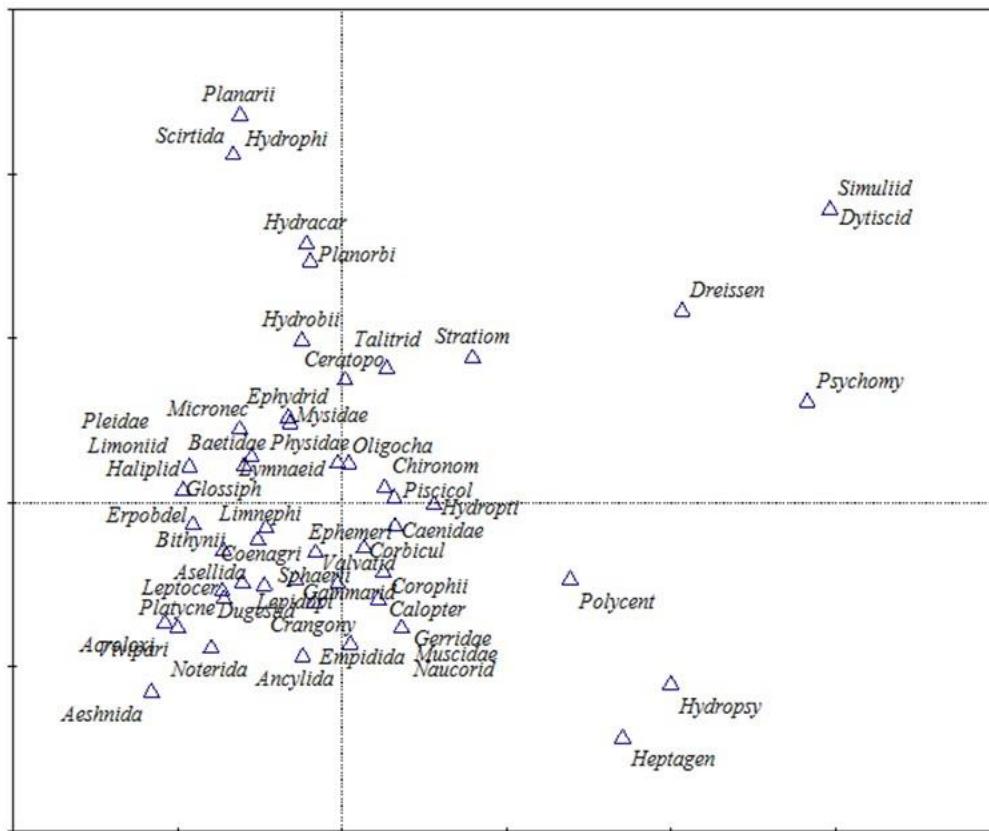
De QuickScan macrofauna data zijn geaggregeerd per monsterlocatie. Vervolgens zijn ze geanalyseerd met behulp van een redundantie analyse (RDA) (Figuur 30).

Langs de eerste as is een duidelijk onderscheid tussen de houtpakketten en de overige monsters (Figuur 30). Langs de verticale as staan bovenin beide monsterlocaties in de nevengeul van Vilsteren. Onder langs de as zijn de bestaande locaties gesitueerd, terwijl daartussen de niet-bestaande locaties zijn gesitueerd. De monsters uit de nevengeul van Junne zijn gepositioneerd tussen de houtpakketten in de nevengeul van Junne en de bestaande locaties.



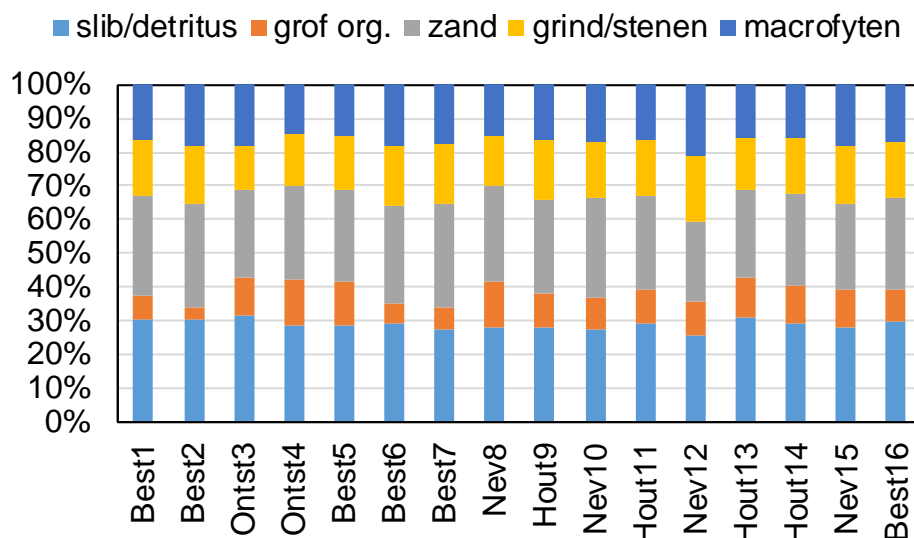
Figuur 30: RDA analyse van de QSM samengevoegde monsters. Weergegeven zijn de monsterlocaties en de milieuvariabelen.

De taxa groeperen zich rondom de monsterlocaties (Figuur 31). De houtpakketten in Vilsteren bevatten Dytiscidae, Dreissenidae en Simuliidae. Die bij Junne Hydropsychidae, Heptagenidae, Psychomiidae en Polycentropidae. Op de laatste locaties heeft stroming duidelijk meer invloed. De nevengeul bij Vilsteren kenmerkt zich door Planariidae, Hydrophilidae en Scirtidae. De nevengeul bij Junne door Gammaridae, Sphaeriidae en Calopterygidae. De laatste nevengeul bevat veel meer stromingsminnende taxa dan de eerste.



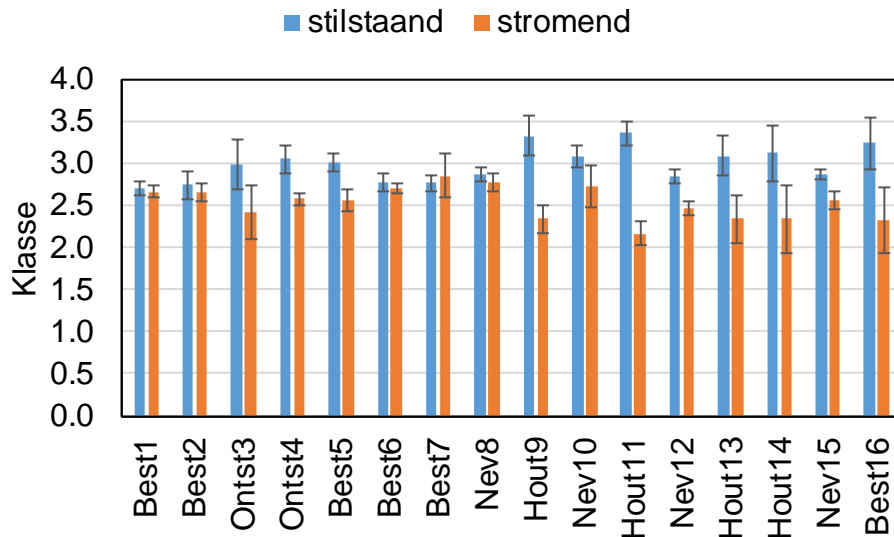
Figuur 31: RDA-analyse van de QSM samengevoegde monsters. Weergegeven zijn de taxa.

Op basis van de autecologie van de macrofauna is de toestand van de locaties beoordeeld aan de hand van de habitatpreferenties (substraatvoorkeur) en toleranties voor verschillende parameters (stroming, saprobie, trofie) binnen de levensgemeenschap. In de bijlagen zijn alle rekenresultaten opgenomen. De belangrijkste zijn hierna besproken.

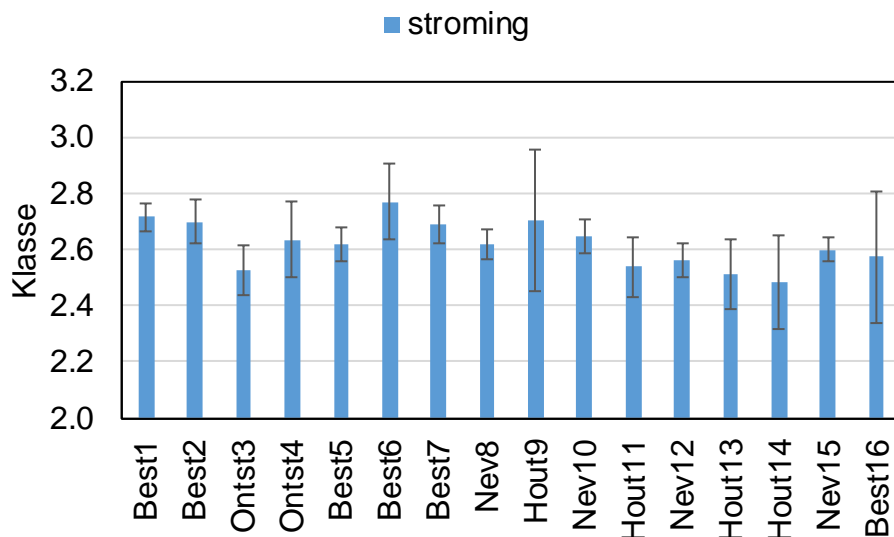


Figuur 32: Verdeling in substraatvoorkeuren van de macrofaunagemeenschap voor de 16 QuickScan locaties op basis van de aanwezige macrofauna taxa in de monsters.

De macrofauna laat weinig verschillen zien in substraatvoorkeuren over de 16 locaties (Figuur 32). Waterplanten minnende taxa nemen een groter aandeel in op locatie 12 (nevengemaal Vilsteren) en minder op locatie 4 (Haesterveerweg, ontsteend).

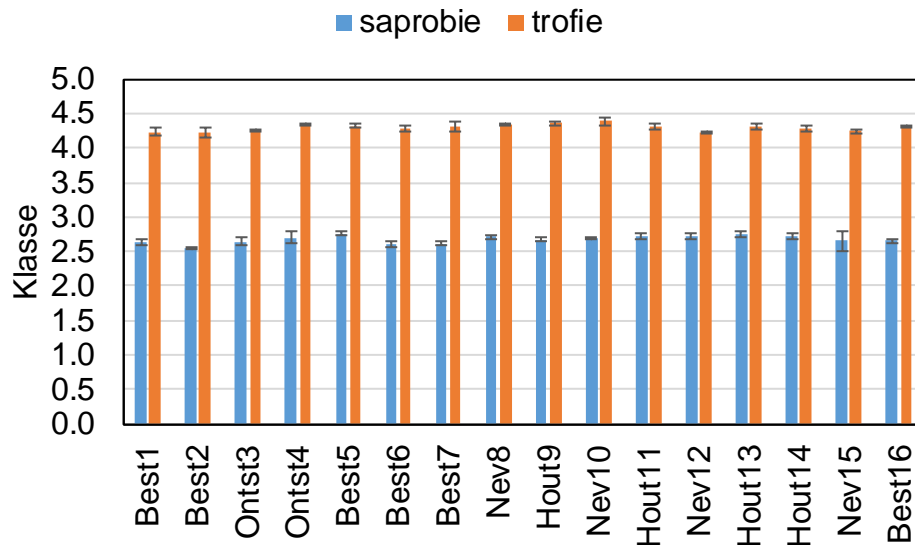


Figuur 33: Aandeel rheofiel (stromend)-limnofiel (stilstaand) binnen de macrofaunagemeenschap voor de 16 QuickScan locaties op basis van de indicatiewaarden van de aanwezige macrofaunataxa in de monsters.



Figuur 34: Stromingsklasseverdeling macrofaunagemeenschap voor de 16 QuickScan locaties op basis van de indicatiewaarden van de aanwezige macrofaunataxa in de monsters. De score loopt van 1 voor louter stilstaand water gebonden soorten tot een score 5 voor alleen aan stromend water gebonden soorten.

De spreiding tussen de replica's voor stromend-stilstaand (Figuur 33) of stromingsklasse (Figuur 34) is klein. Dit betekent dat de replica's op één locatie binnen de gewenste variatie vallen. Het aandeel stromend-water-taxa is alleen hoger op locatie 7 ten opzichte van het aandeel stilstaand-water-taxa (Figuur 33), terwijl de totale stromingsscore het hoogst is op locatie 6 en soms op het hout van locatie 9 (Figuur 34). Echter alle scores blijven onder de score voor algemeen in zowel stromend en stilstaand water.



Figuur 35: Score voor trofie en saprobie voor de macrofaunagemeenschappen op de 16 QuickScan locaties op basis van de indicatiewaarden van de aanwezige macrofauna taxa in de monsters. De score loopt van 1 voor louter oligosaproob of -troof water gebonden soorten tot een score 5 voor alleen aan polysaproob of hypertroof water gebonden soorten.

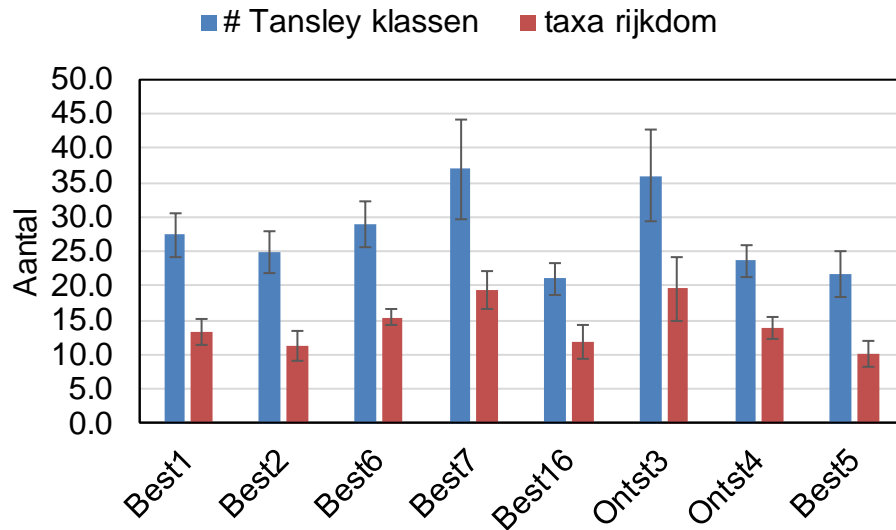
De verschillen in trofisch en saprobie niveau tussen de 16 locaties en tussen de replica's per locatie zijn zeer gering (Figuur 35). Alle locaties zijn eu- tot hypertroof en β - tot α -mesosaproob.

Quickscan vegetatie

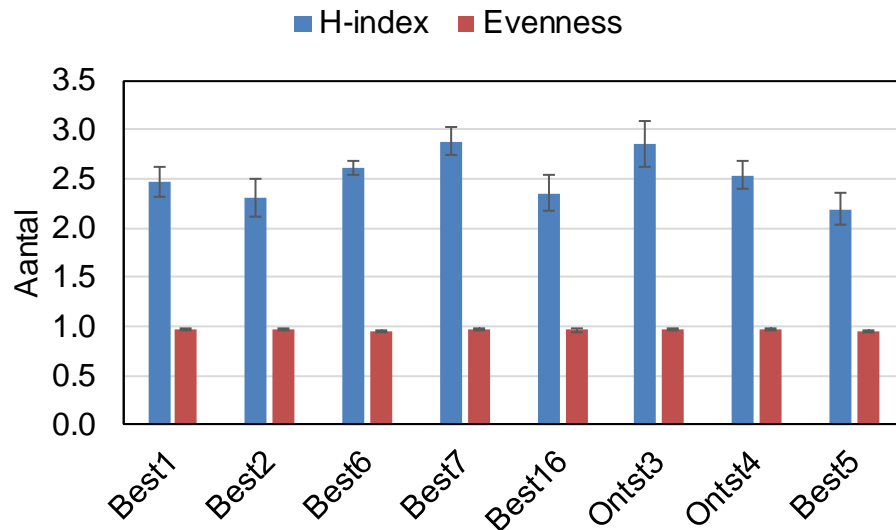
De litorale vegetatie indiceert langs het gehele Vechttraject een zeer constante, homogene situatie voor de milieufactoren voor pH, trofie, stroomsnelheid, vervuiling, droogval, peilwisseling en golfslag (Tabel 6).

Tabel 6: Gemiddelde score en standaardafwijking (tussen haakjes) voor pH, trofie, stroomsnelheid, vervuiling, droogval, peilwisseling en golfslag op basis van de gecombineerde vegetatie-opnamen per locatie.

	Best1	Best2	Best6	Best7	Best16	Ontst3	Ontst4	Best5
pH	3.7 (0.11)	3.8 (0.08)	3.9 (0.09)	3.7 (0.06)	3.9 (0.10)	3.8 (0.12)	3.7 (0.09)	3.6 (0.11)
Trofie	5.05 (0.14)	5.2 (0.08)	5.2 (0.08)	5.0 (0.04)	4.9 (0.09)	5.2 (0.1)	5.0 (0.10)	5.0 (0.10)
Stroomsnelheid	1.6 (0.07)	1.7 (0.04)	1.5 (0.02)	1.6 (0.05)	1.7 (0.09)	1.7 (0.10)	1.6 (0.09)	1.7 (0.16)
Vervuiling	2.7 (0.62)	3.2 (0.18)	3.7 (0.31)	3.08 (0.12)		3.7 (0.41)		2.3 (0.47)
Droogval		1 (0)	1 (0)	1 (0)	1 (0)	1 (0)		
Peilwisseling	4.0 (0.11)	4 (0)	4 (0)	4 (0)	4 (0)	3.9 (0.12)	4 (0)	4 (0)
Golfslag		2 (0)	1.9 (0.13)	1.6 (0.03)		1.8 (0.43)		
besteend	1	1	1	1	1			1
ontsteend						1	1	



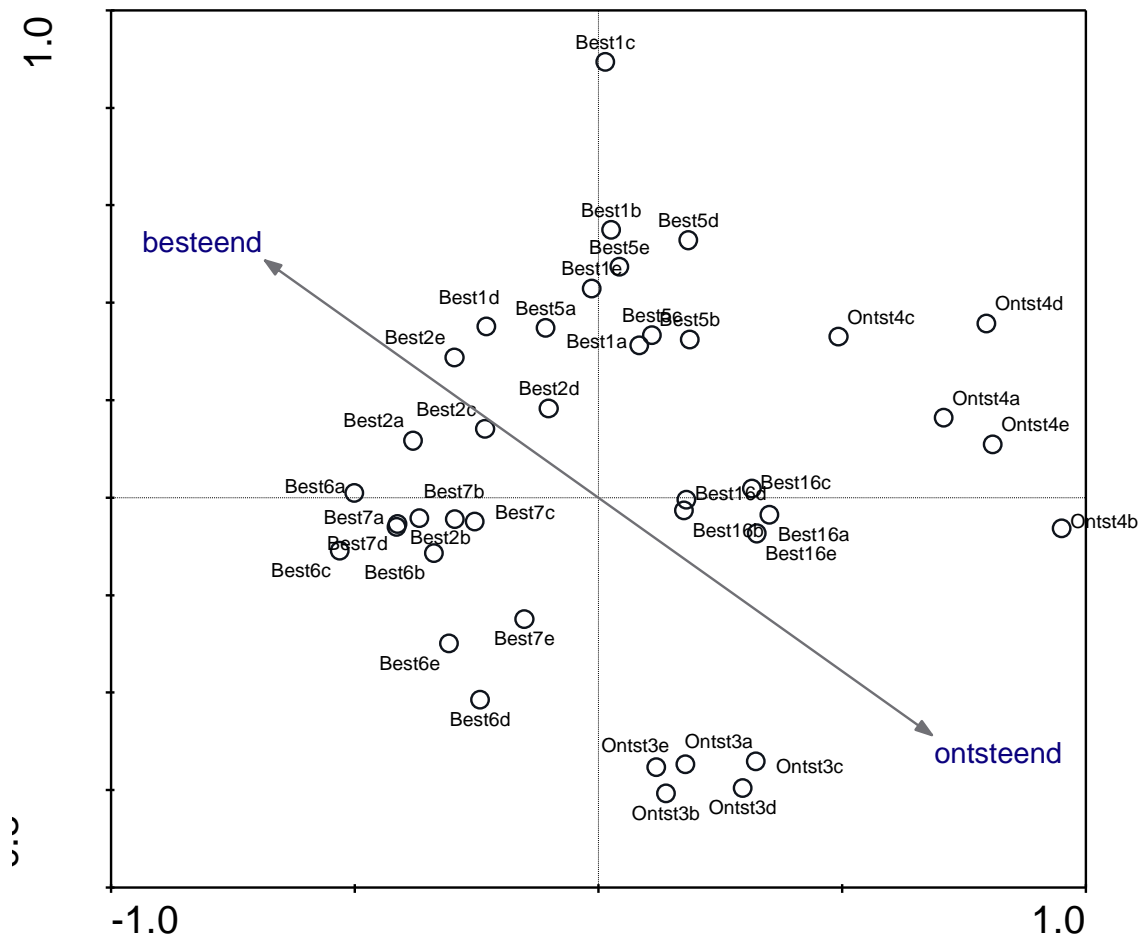
Figuur 36: De som van de Tansley klassen en het aantal taxa (beide met standaardafwijking) voor de 8 locaties waar Quickscan vegetatieopnamen zijn gemaakt van de litorale zone.



Figuur 37: De Shannon-Wiener diversiteitsindex (H-index) en de evenness index (beide met standaardafwijking) voor de 8 locaties waar QuickScan vegetatieopnamen zijn gemaakt van de litorale zone.

De wat plantenrijkere locaties zijn locaties 3 (Frankenweg, Welsum, ontsteend) en 7 (Junnerweg, bovenstrooms stuw Junne, Stegeren, bestend) (Figuur 36). Deze locaties hebben ook een iets hogere Shannon-Wiener diversiteit (Figuur 37).

Uit de ordinatie van alle vegetatie opnamen blijkt dat de herhalingsopnamen op één locatie dicht bij elkaar liggen en dus veel op elkaar lijken (Figuur 38). De bestende versus de ontsteende locaties liggen op een diagonale gradiënt in het diagram. Echter, de bestende locatie 16 (MooiRivier, Vilsteren, bestend) lijkt meer op de ontsteende locatie 4 (Haesterveerweg, Zwolle, ontsteend) dan op de andere bestende locaties.



Figuur 38: DCA-ordinatiediagram (DCA as 1 en 2 met hierop de passieve milieuvariabele besteend-onbesteend geprojecteerd) van alle vegetatie-opnamen afkomstig uit de litorale zone van de hoofdgeul.

3.6 Maatregel ontstenen

Vragen

Het doel van de volgende paragrafen is het beschrijven van het effect van ontstenen op de morfologische en biologische ontwikkelingen in de Overijsselse Vecht. De informatie is gebaseerd op literatuurbronnen en de analyse van data. De resultaten van de data-analyse zijn afgeleid van de informatie gepresenteerd in de voorgaande paragrafen.

Bestaande kennis

Bij het ontstenen van oevers van stromende wateren wordt ervan uitgegaan dat de biodiversiteit toeneemt. Door het omzetten van een gefixeerde oever in een onregelmatige oever krijgt het proces van erosie-sedimentatie meer ruimte. Dit leidt tot een verhoging van de habitatvariatie en daarmee de biodiversiteit (Brosse et al. 2003, Townsend et al. 2003). Macrofaunadiversiteit hangt samen met variatie in- en ruimtelijke rangschikking van substraten (Beisel et al. 2000). Dus hoe meer substraten met een vergelijkbaar oppervlak aanwezig zijn, hoe hoger het aantal soorten dat er een plek kan vinden (Boyer 2003, Brown 2003, Beauger et al. 2006).

Verscheidene studies aan morfologisch herstel van stromende wateren hebben echter laten zien dat ondanks een verhoging van de morfologische variatie de macrofaunadiversiteit niet veranderde (Friborg et al. 1998, Jahnig et al. 2010). Hiervoor zijn verschillende oorzaken aan te wijzen:

- Vaak staan stromende wateren tegelijkertijd bloot aan meerdere stressoren: 'multiple stress'. Niet alleen de vorm van de oever is gewijzigd, maar ook is de peildynamiek veranderd, zijn

begeleidende bomen gekapt en treedt eutrofiëring op. Het herstellen van de habitatvariatie (1 stressor) betekent nog niet het volledig herstellen van de habitat voor de gewenste soort. De andere stressoren voorkomen de terugkeer.

- Verschillende processen op verschillende schaalniveaus hebben invloed op de levenscycli van macrofauna. Zo kunnen bijvoorbeeld verschillende levensstadia van dezelfde soort verschillende habitats in het aquatische, maar ook het oevermilieu nodig hebben (Bond & Lake 2003). Het herstellen van één proces leidt niet automatisch tot het op orde zijn van alle processen of structuren.
- Lokaal aanwezige soorten of lokale kolonisatie zijn beide gerelateerd aan de in de nabije omgeving aanwezige aantallen en soorten (Marchant et al. 1991). Multiple drukfactoren zijn in veel stromende wateren aanwezig (Rabeni 2000) en lokale populaties staan al lange tijd onder deze druk. Hierdoor ontbreken veel bronpopulaties, zeker binnen afzienbare afstand. De consequentie hiervan is dat nieuwe habitats vaak slechts door de algemeen voorkomende soorten uit de directe omgeving worden bezet (Gore 1985, Jahnig et al. 2008).
- Het verwijderen van oeverversteving leidt tot het ontstaan van nieuwe substraten. Vaak zijn dit kale zand en kleibodems. Vervolgens gaan veranderingen in het habitat plaatsvinden; successie van de zich ontwikkelende oevervegetatie, neerslaan van slib, aanspoelen van takken en erosie door golfslag. Dit leidt tot het ontstaan van nieuwe microhabitats en mesostructuren. Dit proces kost echter tijd. Er verstrijkt tijd voordat deze zogenaamde 'secundaire' substraten en habitats zijn ontstaan en zeker voordat hierop meer gespecialiseerde soorten zich zouden kunnen vestigen.

Het weghalen van stenen uit de oeverzone (ontstening), soms in combinatie met verflauwing van de oever of de aanleg van vooroevers, is een maatregel die al eerder in de grote rivieren is uitgevoerd. Ook hierbij is de opvatting dat er meer land-waterovergangen ontstaan met meer ruimte voor organismen. Monitoring in de grote rivieren liet zien dat vooral rivierfonteinkruid, schedefonteinkruid en kleine egelskop toenamen (Chrzanowski 2016). De laatste twee plantensoorten zijn niet erg kritisch t.a.v. hun habitateisen.

Ook vonden juveniele riviervissen zoals winde en biermpje, en in mindere mate kopvoorn, serpeling en alver habitat (Overkamp & Kerkum 2014, Chrzanowski 2016). Voor de rivier de Lek waren de resultaten door de aanwezige peildynamiek minder positief (Liefveld & Bak 2012).

De effecten van onderwaterkribben zijn weinig onderzocht. Kribben worden aangelegd om de vaargeul vast te leggen en op diepte te houden. Door insnijding van het zomerbed hebben kribben vaak hun peil regulerende functie verloren. Ook onderwaterkribben hebben deze functie. Om waterafvoer bij hoogwater te versnellen kunnen kribben worden verlaagd, bijvoorbeeld tot onderwaterkribben. Kribverlaging is vooral een waterkwantiteitsmaatregel. Kribverlaging heeft nauwelijks effecten op de ecologie (Reeze et al. 2005). Onderwater hebben kribben en onderwaterkribben dezelfde effecten op de hydromorfologie. Tussen de kribben wordt sediment afgezet bij laag water en treedt erosie op bij hoogwater (Coops et al. 1993). De ecologische waarde van kribben, kribvakken en kribkoppen is vaak gering door het ontbreken van geschikt habitat, met name van ondiepe en luwere plekken (Verberk et al. 2009). De harde substraten in de kribben bieden maar weinig soorten habitat maar hebben wel habitat geschapen voor exoten, zoals enkele kreeftachtigen (*Dikerogammarus villosus* en *Chelocorophium curvispinum*), mossels (bijvoorbeeld Driehoeksmosselen (*Dreissena polymorpha* en recentelijk ook *D. bugensis*), Aziatische korfmossel (*Corbicula fluminea*) en Toegeknepen korfmossel (*C. fluminalis*)) (o.a. Leuven et al. 2009). Ook bij vissen nemen exoten toe, zoals Roofblei (*Aspius aspius*), een aantal grondelsoorten: Witvinggrondel (*Romanogobio belingi*), Zwartbekgrondel (*Apollonia melanostomus*), Gemarmerde grondel (*Proterorhinus marmoratus*) en Kessler's grondel (*Neogobius kessleri*). Bovendien zorgen de turbulente waterstromen rondom de kribben waterkolken die ervoor zorgen dat planten moeilijk kunnen wortelen.

De kribben zelf bestaan uit stenen en bieden een eigen (nieuw) habitat aan veel riviermacrofauna. Zonder kribben treedt oevererosie open kan zand in het laagwaterbed worden afgezet waardoor zandafzettingen ontstaan. Onderwaterkribben stoppen deze hydromorfologische processen. Onderwaterkribben zijn zelf wel gevoeliger voor erosie dan bovenwaterkribben (Busnelli et al. 2011).

Eerdere waarnemingen in de Overijsselse Vecht

De volgende samenvatting is ontleend aan drie technische rapportages van Waterschap Groot Salland (2013, 2015).

Morfologische veranderingen

De ontstane oever bij Varsen ligt in een buitenbocht. Na de ontstening heeft veel erosie plaatsgevonden, waarbij al direct na het eerste hoogwater (2010) door afkalving steiloevers van meer dan 2 m hoogte zijn ontstaan. In 2012 was de mate van afkalving afgenomen maar wel voortgeschreden. In 2014 was aan de voet van de steilrand door afbrokkelend zand een ondiepe, soms droogvallende, strook 'strand' ontstaan.

In 2007 is de Vechterweerd in een binnenbocht ontstend. Kort na de ontstening ontstonden afslagranden in het zand. In 2009 waren afkalvende oevertrajecten (soms door vee afgetrapte delen) en een zandstrand aanwezig. In 2012 en 2014 waren er t.o.v. 2009 nauwelijks meer veranderingen opgetreden.

Bij Langenholte/Den Doorn waren in 2012 weinig morfologische veranderingen te zien. Op de geheel en gedeeltelijk ontstane locaties was wat afkalving opgetreden en op de in een buitenbocht gelegen ontstane locatie was een zandstrandje ontstaan. Dit proces had zich in 2014 voortgezet. Sedimentatie overheerste in dit benedenstroomse traject.

In 2015 werd geconcludeerd dat gaande naar benedenstrooms de waterdynamiek langs de oevers afnam. Op alle trajecten waren variaties in oevervormen ontstaan van hoge steilranden tot zandstranden.

Veranderingen in de oevervegetatie

In 2012 bevatte de oevervegetatie bij Varsen soorten zoals Kalmoes, Zomprus, Wolfspoot, Moerasandoorn. De watervegetatie bestond vooral uit Sterrenkroos en draadwieren, naast lokaal Groot blaasjeskruid en Gele plomp.

Tussen 2009 en 2012 is in de Vechterweerd de bedekking met emerse vegetatie, zoals Riet, duidelijk toegenomen, ook op de niet ontstane oever. De stukken met de hoogste bedekkingspercentages waren niet de soortenrijkste. Juist dichter begroeide, verruigende oever-delen waren het minst soortenrijk. Op de ontstane oever aan de noordzijde is de soortenrijkdom aanmerkelijk groter en minder ruig (o.a minder Grote brandnetel) dan op de bestende oever. De sterkst toegenomen oevergebonden soorten waren Gele waterkers en Gele lis.

T.o.v. de ontstening was bij Langenholte/Den Doorn het aantal verschillende soorten oeverplanten gelijk gebleven of afgenomen.

Veranderingen in de watervegetatie

De totale bedekking met onderwaterplanten is in de Vechterweerd in 2012 t.o.v. 2009 afgenomen (verdwijnen van Smalle waterpest en Blaasjeskruid alsmede een afname van Grof hoornblad en Sterrenkroos). Er kwamen vooral algemene soorten van voedselrijkere, stilstaande of stromende wateren voor en er werd een toename van Pijlkruid waargenomen. De bedekking met drijfbladplanten (Gele plomp en de drijvende bladen van Kleine egelskop) bleken overal te zijn toegenomen.

Emerse en submerse vegetatie was bij Langenholte/Den Doorn schaars en ontbrak in 2012 vrijwel helemaal. Gele plomp was ook afgenomen.

Veranderingen in macrofauna

Op de ontstane oever bij Varsen zijn meer bewoners van zandige, begroeide oevers gevonden (bijvoorbeeld *Micronecta*, *Cloeon*, Chironomidae) in 2014 t.o.v. 2009.

Op de bestende oever bij Vechterweerd zijn, zoals verwacht, bewoners van stenen gevonden met vooral veel exoten zoals *Dikerogammarus villosus*, *D. haemobaphes* en *Chelicorophium curvispinum*. Op de ontstane oever zijn soorten gebonden aan planten (Heteroptera, *Cloeon*) en slib (Oligochaeta, *Chelicorophium*, deze laatste nu op planten in plaats van stortsteen).

Op de ontstane oever bij Langenholte en Den Doorn waren veel slibgebonden soorten aanwezig (Oligochaeta, Chironomidae).

De macrofauna in de Overijsselse Vecht kenmerkt zich door een groot aantal vertegenwoordigers van voedselrijke, lijnvormige stilstaande wateren en wijdverspreide soorten van langzaam stromende wateren. De rijkdom leek onderling tussen ontstane locaties en op locaties met een betere vegetatie-ontwikkeling groter. Door het weghalen van stenen was de aan stenen gebonden macrofauna achteruitgegaan of verdwenen en was de fauna van zandige oevers en planten toegenomen. Vooral

exotische fauna, die meestal aan stenen is gebonden, was eveneens daar achteruitgegaan. Zandstranden waren arm aan soorten.

Waarnemingen in de Overijsselse Vecht in 2017

In 2017 zijn geen waarnemingen gedaan aan de hydrologische processen in besteede en ontsteeende oevers. Wel zijn de afvoeren en peilen geregistreerd. De hoge piekafvoeren kunnen tot sterke waterdynamiek op locatie leiden.

Tabel 7: Substraatverdeling opgenomen tijdens QuickScan macrofauna ten tijde van de monsternamen in het litoraal van besteede versus ontsteeende oevers.

Bedekking (%)	substraat	Type oever	
		besteed	ontsteeend
Stenen		45.7 (33.5)	1.0 (-)
Grind		-	-
Zand, incl. slibbig zand		45.3 (35.8)	96.5 (3.0)
Slib/FPOM		42 (16.4)	-
CPOM		2.5 (3.5)	3.5 (3.0)
Dood hout		-	-
Submerse vegetatie		3.4 (4.1)	1 (0)
Emerse vegetatie		25.3 (20.8)	14 (6.6)
Drijvende vegetatie		3 (2.3)	-
Kroos		1 (0)	1 (0)
Alg		-	-

Het is duidelijk dat het aandeel stenen in de besteede trajecten veel hoger is dan in de ontsteeende, echter de standaardafwijking is ook hoog (Tabel 7). De ontsteeende trajecten bevatten een heel hoog aandeel zandig substraat, de besteede trajecten juist meer slib (opgehoopt als banken tussen de emerse vegetatie). Opvallend is dat het aandeel vegetatie in de ontsteeende trajecten lager is, wat te wijten is aan de vorming van strandjes welke op dit moment geen goede vestigingsplaats vormen voor oevervegetatie, waarschijnlijk als gevolg van een hoge dynamiek (Tabel 7).

Tabel 8: Totale abundantie, taxonrijkdom, Shannon-Wiener diversiteit (H-index) en evenness index op basis van de QuickScan macrofauna data van besteede versus ontsteeende oevers.

Parameter	Type oever	
	besteed	ontsteeend
Totale abundantie	68.8 (38.2)	72.7 (32.7)
Taxa rijkdom	11.0 (3.6)	11.3 (3.4)
H-index	1.6 (0.4)	1.5 (0.5)
Evenness index	0.67 (0.15)	0.64 (0.18)

De macrofauna diversiteit verschilt nauwelijks tussen de besteede en ontsteeende oevers (Tabel 8).

Tabel 9: Totale abundantie, taxonrijkdom, Shannon-Wiener diversiteit (H-index) en evenness index voor de QuickScan vegetatie-opnamen van besteede versus ontsteeende oevers.

Parameter	Type oever	
	besteed	ontsteeend
Totale abundantie	26.8 (6.6)	29.8 (8.1)
Taxa rijkdom	13.5 (3.7)	16.7 (4.5)
H-index	2.47 (0.27)	2.70 (0.25)
Evenness index	0.96 (0.01)	0.97 (0.01)

De ontstane oeveren zijn nauwelijks tot iets rijker aan plantendiversiteit t.o.v. de bestane oeveren (Tabel 9).

3.7 Maatregel graven nevengeul

Vragen

Het doel is het aantonen van de hydrologische en ecologische meerwaarde van nevengeulen, zowel voor het traject waar de nevengeul deel van uit maakt en voor het hele Overijsselse Vecht systeem. De informatie is gebaseerd op literatuurbronnen en op data-analyses. De data-analyse-resultaten zijn afgeleid van de informatie gepresenteerd in de voorgaande paragrafen.

Bestaande kennis

Nevengeulen zijn wateren die parallel aan de hoofdgeul door het winterbed stromen. Zowel aan het begin als het einde van de geul staan ze in verbinding met de hoofdgeul.

Nevengeulen hebben twee doelen: 1.) ze bieden een vrije doorgang voor alle aan het stroomgebied gebonden soorten en 2.) ze bieden habitat aan het deel van de stromend water gemeenschap dat past bij zijbeken of -riviertjes (Pander et al. 2011). Aan het tweede punt is in het onderzoek tot op heden veel minder aandacht besteed dan aan het eerste. Toch zijn nevengeulen ook een belangrijke mitigerende maatregel op lokaal niveau binnen het stroomgebiedherstel (Eberstaller et al. 1998).

De aanleg van nevengeulen geschiedt vaak als bypass van een stuw om vismigratie mogelijk te maken (Jungwirth 1996, Jansen et al. 2000). Het verbeteren van de connectiviteit draagt bij aan het verbeteren van de ecologische kwaliteit van het hele stroomgebied (Wiens 2002). Bij de aanleg zijn een aantal ontwerpcriteria van belang om ook aan lokale rheofiele (vis)soorten een migratieroute te bieden. Het betreft dan vooral de in- en uitstroom van de nevengeul, waar de milieumomstandigheden passend moeten zijn in termen van: 1.) in- en uitstroomsnelheid, 2.) bodemsamenstelling en 3.) waterdiepte (Parasiewicz et al. 1998, Gebler 1998, Larinier, 2002). Een en ander is uiteraard afhankelijk van de aanwezige of gewenste soorten en de periode in het jaar wanneer betreffende soorten aanwezig zijn. Voor sommige soorten speelt ook 5.) de watertemperatuur een belangrijke rol (Santos et al. 2004, 2005; Welsch 1991). Daarnaast dient de nevengeul de kenmerken van in de omgeving aanwezige, meestal iets kleiner gedimensioneerde, stromende wateren te hebben (Gustafsson et al. 2013).

In nevengeulen zelf kan morfologische (diepten, ondiepten, zandbanken, oeverafslag en -aanzanding) en hydraulische (stroomversnellingen, langzaam stromende delen, stagnaties) variatie ontstaan waar in de hoofdgeul geen plaats meer voor is (Simons et al. 2001). Het dal dat de nevengeul doorkruist wordt natter, gevarieerder en rijker aan planten en dieren (Tockner et al. 1999; Ward et al. 1999; Simons et al. 2001). Bij voorkeur wordt er ook ruimte geboden voor inundaties, wat ecologisch grote winst oplevert maar ook leidt tot een toename van de waterveiligheid benedenstrooms door reductie van afvoerpieken en de berging van water.

Voor nevengeulen geldt dus ook dat een verhoging van de habitatheterogeniteit leidt tot een verhoging van de biodiversiteit (Ricklefs & Schluter 1993, Taniguchi et al. 2003). De nevengeulen zelf bieden habitat aan aquatische organismen, vooral aan macrofauna. Macrofauna speelt een cruciale rol in stromend watersystemen. Redenen hiervoor zijn dat ze: 1.) een belangrijke voedselbron zijn voor vis (Sanchez-Hernandez et al. 2011, Skoglund & Barlaup 2006), 2.) een hoofdrol spelen in de afbraak van organisch materiaal (Webster & Benfield 1986) en 3.) het aquatisch habitat verbinden met de terrestrische omgeving, bijvoorbeeld omdat de adulte insecten een belangrijke voedselbron zijn voor terrestrische insectivoren (Fukui et al. 2006, Jackson & Fisher 1986, Sabo & Power 2002). Habitatheterogeniteit is in tegenstelling tot wat vaak wordt aangenomen minder afhankelijk van korrelgrootteverdeling (o.a. Tolkamp 1980) maar veel meer van substraatdiversiteit (Beisel et al. 1998, Boyero 2003), de stroomsnelheid in de lagere range van 10 tot 40 cm/s (Gore et al. 2001), voedselkwaliteit (Allan & Castillo 2007) en de inrichting van de oeverzone (Petersen et al. 2004).

Ook voor de Nederlandse grote rivieren komen Geerling & van Kouwen (2011) tot de conclusie dat de voor (aquatische) ecologie belangrijkste karakteristieken van een nevengeul connectiviteit (maanden meestromen), stroming, waterdiepte variatie, substraatvariatie en oeverbegroeiing zijn. Ze evalueerden in 2009 de bestaande geulen Gameren, Klompenwaard, Bakenhof en de Vreugderijkerwaard op basis van het voorkomen van waterplanten, macrofauna en vis. De effectiviteit van de geulen werd vergeleken met de nabijgelegen hoofdgeul (kribvak) en met de geulen onderling. De geulen die nagenoeg permanent meestroomden en qua stroomsnelheid bij verschillende afvoeren stabiel waren bleken de meeste

stromingsminnende soorten te bevatten en het toelaten van morfologische processen (erosie-sedimentatie) had een positief ecologisch effect (Geerling & van Kouwen 2011).

Peters & Kurstjens (2009) komen, op basis van studies aan waterplanten in dezelfde nevengeulen, tot de conclusie dat waterpeilfluctuatie (droogval, troebelheid, slibafzetting), aanzanding, schaduw en begrazing negatief zijn voor waterplanten.

Nevengeulen bevatten hoge dichtheden aan vis en zijn daarmee het meest geschikte habitattype om te streven naar een rheofiele visgemeenschap (Dorenbosch et al. 2011). Lange/grote geulen bevatten hogere dichtheden aan vissen dan kleine/korte geulen en zandige bodems zijn gunstiger dan kleibodems. Een meestromende nevengeul verzandt het minst snel wanneer deze wordt aangelegd in een binnenbocht van de rivier. Bij een relatief groot verhang, verkrijgen ze tevens het gewenste stromingskarakter wat voor rheofiele vis gewoonlijk gunstig is (Dorenbosch et al. 2011). Een heterogeen oever- en dieptepatroon zorgt binnen de geul voor een variëteit aan habitats van plekken met hoge stroomsnelheden en luwteplekken. Deze luwteplekken zijn voor sommige rheofiele soorten (bijvoorbeeld Sneep) gedurende bepaalde levensstadia van groot belang (Dorenbosch et al. 2011). De luwe delen vormen tegelijkertijd voor eurytope en soms zelfs limnofiele soorten een geschikt habitat (Dorenbosch et al. 2011).

Eerdere waarnemingen in de Overijsselse Vecht

In 2010 is een nevengeul aangelegd nabij Huize Den Doorn (Waterschap Groot Salland 2014). Deze nevengeul is in 2014 onderzocht op vegetatie, macrofauna en vis. Uit deze studie bleek dat de biodiversiteit in de verschillende delen van de geul gezamenlijk groter was dan die in dit traject van de Overijsselse Vecht zelf. Er waren veel juveniele vissen aanwezig (paai- en opgroei-plek). De KRW-scores voor macrofauna en vegetatie voldeden niet aan de norm voor riviertjes. De aanwezige macrofauna en waterplanten bleken ook weinig indicatief voor stroming en meer indicatief voor voedselrijkdom, stagnatie en droogval. De geul bleek verslibd en het afvoerpatroon was sterk wisselend (van korte perioden met hoge afvoeren tot droogval aan toe). Deze omstandigheden boden ook habitat en vestigingskansen aan diverse exoten.

Tabel 10: Substraatverdeling in de hoofd- en nevengeulen opgenomen tijdens QuickScan macrofauna.

Bedekking (%)	substraat	Habitattype	
		hoofdgeul	nevengeul
Stenen		44.3 (33.9)	1 (0)
Grind		-	-
Zand, incl. slibbig zand		58.1 (38.2)	87.8 (19.3)
Slib/FPOM		42 (16.4)	34.3 (16.2)
CPOM		2.9 (3.3)	1 (0)
Dood hout		-	-
Submerse vegetatie		3.0 (3.8)	11.7 (14.6)
Emerse vegetatie		22.5 (18.8)	13 (12.6)
Drijvende vegetatie		3 (2.3)	5 (-)
Kroos		1 (0)	-
Alg			11.5 (10.1)

Tabel 11: Totale abundantie, taxa rijkdom, Shannon-Wiener diversiteit (H-index) en evenness index voor de QuickScan macrofauna in de hoofd- en nevengeulen, inclusief de houtpakketten in de nevengeulen.

Parameter	Habitattype		
	hoofdgeul	nevengeul	Hout in nevengeul
Totale abundantie	69.8 (36.5)	110.7 (64.1)	59.3 (32.8)
Taxonrijkdom	11.1 (3.5)	12.1 (3.0)	7.2 (1.8)
H-index	1.6 (0.4)	1.7 (0.3)	1.3 (0.4)
Evenness index	0.67 (0.15)	0.71 (0.11)	0.68 (0.17)

De macrofauna abundantie verschilt tussen de hoofd- en nevengeulen, maar niet tussen de hoofdgeul en het hout (Tabel 11). De macrofauna diversiteit in termen van taxa rijkdom, Shannon-Wiener index en evenness index verschilt nauwelijks tussen de hoofd- en nevengeul, het hout is armer (Tabel 12).

De vegetatie in de nevengeul Vilsteren bevat slechts een beperkt aantal taxa en laat een hoge evenness en relatief lagere Shannon-Wiener diversiteit zien (Tabel 13).

Tabel 13: Totale abundantie, taxa rijkdom, Shannon-Wiener diversiteit (H-index) en evenness index voor de QuickScan vegetatieopnamen in de nevengeul Vilsteren (n=5).

	Gemiddelde	Stdev	N
Som abundanties	46.8	8.4	5
Taxonrijkdom	16.9	5.1	5
H-index	2.6	0.3	5
Evenness index	0.9	0.02	5

4 Discussie en conclusies

4.1 Hydrologie

De afvoer van de Overijsselse Vecht in de nulsituatie anno 2017 vertoont een sterk dynamisch karakter met lange perioden met zeer lage afvoeren, waarbij de stuwpanden nagenoeg stilstaan, afgewisseld met korte perioden met hoge afvoeren. Parallel hieraan treden gedurende de meeste dagen lage stroomsnelheden op en komen er incidenteel hoge stroomsnelheden voor tijdens afvoerpieken. Het peil vertoont een grote constantie met uitersten van 0.5-1 m waterstandswisseling tijdens piekafvoeren. De laatste tien jaren is de hydrologische toestand van Overijsselse Vecht niet meer gewijzigd.

Conclusie hydrologie

Om de sleutelfactor stroming-afvoerdynamiek te verbeteren zouden maatregelen geïmplementeerd moeten worden die de afvoerdynamiek temperen. Peilwisselingen en wisselingen in stroomsnelheden zouden verkleind moeten worden en tevens moet de basisafvoer en de stroomsnelheid t.o.v. de huidige situatie verhoogd worden.

4.2 Morfologie

Onder de huidige omstandigheden (nulsituatie) gebeurt er morfologisch op grotere schaal nauwelijks iets in de Overijsselse Vecht. Het riviertje ligt vast in haar bedding. De beperkte erosie- en sedimentatieprocessen spelen zich op de ingesneden bodem af en middelen in de tijd vrijwel geheel uit. Op kleinere schaal is de morfologische dynamiek nauwelijks groter. Door ontstening zijn oevers op verschillende plekken plaatselijk geërodeerd door het uitspoelen van fijn materiaal en heeft terugschrijding van de oeverlijn plaatsgevonden. Beide processen zijn echter slechts tijdelijk van aard (strekken zich over een korte periode na het nemen van de maatregel uit) en spelen lokaal.

Conclusie morfologie

Om een gedempte morfologische dynamiek terug te krijgen dient het riviertje weer een half-natuurlijk karakter te krijgen, waarbij de geul wordt verondiept, de dalbreedte weer wordt benut door overstromingen toe te laten en nevengeulen een grotere rol te geven.

4.3 Chemie

In de nulsituatie is de langjarige chemische waterkwaliteit matig. De laatste tien jaren is de chemische toestand van Overijsselse Vecht niet meer gewijzigd. Er is een overschot aan nutriënten, wel laat totaal-P een daling zien in de tijd. De langjarige zuurstofhuishouding vertoont lage waarden, wat wijst op een hoge biologische consumptie en weinig aanvulling vanuit de lucht via waterbeweging. De metingen in de oeverzone in 2017 wijzen wel op een goede zuurstofhuishouding in het voorjaar.

Conclusie chemie

Alleen door het verder terugdringen van de bronnen van voedselverrijking in de bovenstroomse delen van de stroomgebieden die uitmonden op de Overijsselse Vecht kan de chemische waterkwaliteit verder verbeteren. Daarnaast kan meer stroming de zuurstofhuishouding verbeteren.

4.4 Biologie

De samenstelling van de macrofauna en water- en oeverplanten in de nulsituatie en enkele jaren hiervoor laat wel enig verschil zien tussen bestende en ontstende oevers, tussen hoofd- en nevengeulen en vistrappen, maar die verschillen zijn marginaal. De lijst met taxa heeft het karakter van een gemeenschap bestaande uit ubiquistische, algemeen voorkomende soorten met hier en daar een stromingsindicator. Alleen in de nevengeul bij Junne werden in 2017 in de QuickScan enkele indicatieve taxa gevonden, waaronder Heptagenidae (in dit geval *Heptagenia flava*) en Ephemeridae (*Ephemera vulgata*). De toepassing van functionele kenmerken van de macrofauna en vegetatie bevestigt het beeld

van een dominantie van ubiquisten. Dit beeld van de biologie komt overeen met het sterk verstoorde karakter van dit riviertje.

Conclusie biologie

Alleen maatregelen op hoger schaalniveau die een half natuurlijk riviertje terugbrengen kunnen hierin een kentering teweegbrengen. Alleen dan komen de indicatoren voor een goede ecologische kwaliteit van langzaam stromende riviertjes terug en kunnen de KRW-doelen worden bereikt. Voldoende stroming, substraatvariatie en de aanwezigheid van bos langs en hout in de rivier zijn de belangrijkste drivers voor een rijkere levensgemeenschap.

4.5 Maatregel ontstenen

Vooraf aan deze studie zijn de volgende vragen gesteld die hier kort worden beantwoord:

1. Wat is het effect van ontstenen op de stroming?

Ontstenen heeft geen effect op de afvoer van de hoofdstroom en slechts in beperkte mate op de lokale waterdynamiek in de oever.

2. Welke lengte- en dwarsprofielvormen, substraatpatronen en substraatstructuren (3-D dus incl. vegetatie) ontstaan op micro- en mesohabitat/traject schaal?

Ontstenen heeft maar een beperkte invloed op de lengte- en dwarsprofielvormen. Na ontstening vormen zich vrij snel lokaal variaties in oevervormen van hoge steilranden tot zandstranden maar na verloop van tijd stabiliseert deze situatie zich. Door de peilwisselingen lijken de ontstende oevers minder begroeid te blijven en een zandig karakter te krijgen.

3. Wat zijn de effecten op de morfologie van het zomerbed?

Over de effecten onder de waterspiegel zijn nog nauwelijks conclusies te trekken. Het lijkt er wel op dat op grotere diepte er slechts een geringe dynamiek optreedt.

4. Welke biologische ontwikkelingen in termen van macrofauna, water- en oeverplanten en (juvenile) vis vinden plaats in ontstende oevers?

Ontstenen leidt niet tot veranderingen in de macrofauna aantallen en -diversiteit. Mogelijk omdat de ontstende oevers tot nu toe te weinig begroeid raken. Echter, de begroeiing is wat betreft rijkdom en diversiteit iets rijker op de ontstende dan op de bestende oevers. Dit verschil is vooral een gevolg van de begroeiing op tot boven de gemiddelde waterlijn en niet in het water. Over de effecten op de vispopulaties kan weinig gezegd worden omdat vissen niet zijn bemonsterd, behalve dat de schaarse vegetatie geen schuilplaatsen biedt (onvoldoende structuurvariatie) wat negatief doorwerkt op de visstand.

5. Wat zijn de ecologische effecten in het zomerbed?

Over de ecologische effecten onder de waterspiegel zijn geen conclusies te trekken omdat daar geen metingen van zijn. Gezien de redelijk onafhankelijkheid van de maatregel ontstenen op kortere trajecten zijn hier vooralsnog geen effecten te verwachten.

4.6 Maatregel graven nevengeul

De volgende vragen zijn met literatuur onderzocht:

1. Welke lengte- en dwarsprofielvormen, substraatpatronen en substraatstructuren (3-D dus incl. vegetatie) ontstaan op micro- en mesohabitat/traject schaal in nevengeul?

De nevengeul bij Junne verschilt sterk van die bij Vilsteren. De eerste is een continu doorstromende nevengeul, terwijl de tweede wisselend doorstroemd wordt of stilstaat afhankelijk van de hoeveelheid water die wordt doorgelaten bij de stuw. In de nevengeul bij Junne traden na aanleg sterke morfologische processen op met veel erosie en sedimentatie. Bij de nevengeul bij Vilsteren is dit veel minder het geval. Een nevengeul kan het karakter van een benedenloop aannemen bij de juiste aanleg en doorstroming. Bij de aanleg van een nevengeul moet ook de directe omgeving worden meegenomen. Waar mogelijk kunnen nevengeulen begeleid worden door natte graslanden of bosopstanden. Daarvoor dient het peil in de nevengeul min of meer tot aan maaiveld te reiken.

2. Wat zijn de hydromorfologische effecten van het inbrengen van dood hout (te meten in 3-4 patches)?

De dood hout patches in de nevengeul bij Vilsteren beperken zich tot enkele boomstammen. Dergelijke geïsoleerde structuren zijn arm aan soorten en diversiteit. De houtpakketten in de nevengeul bij Junne zijn structuurrijker. Echter ook daar zien we vooralsnog een lagere rijkdom en diversiteit, maar werden

wel lage aantallen van enkele indicatoren aangetroffen (bijvoorbeeld Heptageniidae, Hydropsychiidae, Psychomyiidae), wat aangeeft dat de nevengeul de potentie heeft zich verder te ontwikkelen. Het onderzoek beperkte zich tot het hout zelf, de variatie in substraten die een houtpakket teweeg brengt in de directe omgeving van het houtpakket op de bodem van de geul is niet gemeten. De verwachting is dat hier door een toegenomen substraatvariatie ook de rijkdom toe zal nemen.

3. Welke biologische ontwikkelingen in termen van macrofauna, water- en oeverplanten en juveniele vis vinden plaats in de nevengeul en wat draagt dit bij aan de ecologische waarde van het Overijsselse Vechtdal?

Nevengeulen kunnen drager zijn van een hoge biodiversiteit mist aangelegd als continu stromende, ondiepe, gedempt dynamische en structuurrijke lopen. Stroming, substraatvariatie en goede zuurstofhuishouding waarborgen een geschikt milieu voor macrofauna. Ondiepe stromingsluwtes bieden kansen aan waterplanten en dood hout- en vegetatiepakketten bieden juveniele vissen schuil- en opgroeiplaatsen en volwassen vissen kunnen daar paaien en eitjes afzetten. Deze bronpopulaties zouden de gehele Vecht kunnen suppleren met individuen van gewenste soorten. Bijvoorbeeld de nevengeul van Junne bevat taxa die niet elders gevonden zijn; deze locatie zal als bronpopulatie kunnen fungeren wanneer op andere plekken herstel wordt uitgevoerd.

4. Wat zijn de ecologische effecten van het inbrengen van dood hout?

Het inbrengen van dood hout structuren zorgt voor variatie in stromingsprocessen en bodemsubstraten en levert zo diverse leefmilieus op. Door hout verbetert dus de habitatheterogeniteit maar ook de voedselaanvoer. Dood hout en het materiaal dat dood hout invangt, zoals blad en takjes, dient als voedsel voor de fauna in het beekecosysteem. Het leidt tot een versterking van de macrofauna en plaatselijk macrofyten diversiteit. Hierdoor verbetert dood hout het leefmilieu van veel positieve KRW-indicatoren en verhoogt de ecologische waterkwaliteit. De gestelde KRW-doelen zullen in continu stromende nevengeulen gemakkelijk gehaald kunnen worden wanneer er meer dood hout wordt aangebracht en op meer plaatsen bosopslag op de oevers toegestaan wordt. Immers hebben veel indicatorsoorten die op hout voorkomen in hun volwassen stadium bomen nodig als habitat.

5. Is er informatie over vissen beschikbaar?

Er is weinig informatie beschikbaar over de effecten van nevengeulen en dood hout op vispopulaties. Hiervoor dient een specifieke bevissing van de nevengeulen uitgevoerd te worden.

Vooraf aan het onderzoek was de verwachting dat de nevengeul Junne veel meer het karakter van een riviertje zou vertonen vanwege de milieu-omstandigheden in de nieuw aangelegde geul; stroming, ondiepte. Toch blijkt dat de nevengeul ook gedomineerd wordt door algemeen voorkomende soorten van stilstaande tot zwak stromende wateren, ondanks dat enkele individuen van een aantal rheofiele (stromingsminnende) soorten voorkomen. De oorzaken kunnen gelegen zijn in de leeftijd van de geul.

5 Aanbevelingen

Het regenriviertje de Overijsselse Vecht is sterk veranderd ten opzichte van de oorspronkelijke situatie. Er is geen sprake meer van een natuurlijk riviervtje en ook niet van een half-natuurlijk riviervtje. Belangrijke randvoorwaarden voor het ecologisch functioneren van een regenriviertje zijn drastisch gewijzigd en vragen om verbetering om zowel KRW als andere beleidsdoelen zoals een half-natuurlijk riviervtje te halen:

- Het veel te dynamische afvoerregime moet worden getemperd om de sleutelfactor stroming te verbeteren.
- Grote retentie in het stroomgebied zal de benedenstroomse pieken sterk afvlakken en kan worden verkregen door in de deelstroomgebieden te beginnen met water vasthouden, water bergen en water vertraagd afvoeren. Het Regge deelstroomgebied is een voorbeeld waar naast grootschalige benedenstroomse maatregelen juist vermoerassen in de bovenlopen een grote kans biedt. Ook internationaal overleg om in Duitsland vergelijkbare situaties aan te pakken draagt hieraan bij. De Dinkel biedt eveneens grote kansen wanneer in de zijbeken deze maatregelen naast dood hout inbrengen en zand suppleren met toelaten van inundaties zou worden gestimuleerd. Dit zou ook deze benedenloop sterk ten goede komen.
- Erosie-sedimentatie processen dienen op slechts zeer lange tijdschaal lokaal plaats te vinden, ook in de nevengeulen. De erosie en sedimentatie processen die we in beken en riviervtjes zien en leiden tot bochten en slingeren van de geul verlopen zeer langzaam. Als voorbeeld de Groene staart in de Dinkel lag er honderd jaar geleden ongeveer vergelijkbaar bij. Alleen door piekafvoeren van de laatste decennia is er meer beweging ontstaan. Een door menselijk ingrijpen ontstane situatie.
- De habitatheterogeniteit is verloren gegaan en kan worden teruggebracht door sterk te verondiepen en bomen langs het riviervtje en in het dal op grote schaal (minimaal 50%) toe te staan.
- Het dal moet weer betrokken worden bij het riviervtje en inundaties moeten op grote schaal mogelijk worden. Dit verbetert ook de droog-nat gradiënten in de dwarsrichting.
- Nevengeulen kunnen hierbij een rol hebben indien ondiep en vrij afwaterend aangelegd met een eigen bomenbegroeiing en het toelaten van hout in de geul.
- Alleen door het verder terugdringen van de bronnen van voedselverrijking in de bovenstroomse delen van de stroomgebieden die uitmonden op de Overijsselse Vecht kan de chemische waterkwaliteit verder verbeteren.
- Verbetering van de stromingsvariatie en continuïteit zal de zuurstofhuishouding doen verbeteren.
- Maatregelen zoals ontstenen, aanleggen van nevengeulen in de huidige vorm en vistrappen leiden tot kleine marginale verschillen in de ecologie. Verbetering op trajectschaal in lengte en breedte van het dal zijn nodig om stappen vooruit te maken. Alleen ontstenen is te marginaal wanneer niet ook aan andere sleutelfactoren gesleuteld gaat worden.
- Ook onderwaterkribben lijken weinig ecologische effecten te sorteren. In de huidige dimensies van het riviervtje en bij het huidige afvoerregime heeft ook deze maatregel weinig effect en dient een combinatie van grootschaliger maatregelen ingezet te worden om de belangrijkste sleutelfactoren te verbeteren.

De quickscan macrofauna-methode heeft laten zien dat de methode op een snelle en kosteneffectieve wijze een eerste indruk van een watersysteem kan worden verkregen. De grote homogeniteit van de Overijsselse Vecht kwam hierin naar voren en ook de toestand in de nevengeulen kon worden gekarakteriseerd. In de studie zijn twee benaderingen gebruikt: 1) kleine handnet scheppen in de oever van het riviervtje tussen de waterplanten met een slibbige of zandige ondergrond en 2) een flexibel schraapnet waarmee hout is bemonsterd. Uiteraard bepalen deze twee mesohabitats in belangrijke mate de soortensamenstelling die is aangetroffen. De vraag of bij aanvullend bemonsteren van de geul met een bodemhapper, een veel dynamischer zandmilieu, andere en misschien stromingsminnende soorten zouden zijn aangetroffen moet nog worden onderzocht. Een voorwaarde daarbij is permante stroming, ook in de hoogzomersituatie omdat anders bij stagnatie in de zomer er op diepte juist geen stromingsminnende soorten overleven door zuurstofgebrek. Echter omdat weinig stromingsminnende soorten in de litorale zone zijn gevonden is de verwachting dat ze ook niet in de geul aanwezig zijn. Om de methode verder te ontwikkelen is het nodig om:

- Een quickscan van de geul parallel aan de oevers uit te voeren.

- Het opzetten van een gestandaardiseerd ontwerp van een quickscan en standaard monitoringsonderzoek om de methode te optimaliseren voor riviertjes.
- Meer inzicht te krijgen in de keuze van het beste seizoen door in meerdere seizoenen te quickscannen.
- Meer inzicht krijgen in andere habitats in het riviertje door te experimenteren met andere heterogeniteit bevorderende maatregelen.
- 72-uurs zuurstof monitoring uit te voeren over enkele dwarstransecten waarbij juist in zomerperiode ook de geul bemeten wordt.

De verschillen tussen de nevengeulen Vilsteren met stagnatie, soms lage O₂-gehalten en het ontbreken van kenmerkende stromend watersoorten, Junne met continue doorstroming, geen lage O₂-gehalten (voor zover gemeten) en enkele stromingsminnende indicatoren en de geul Den Doorn waar een mix van soorten uit stilstaand, plantenrijk water en moeras en langzaam stromend water voorkomt. Deels komen deze verschillen voort uit de geografische ligging van meer bovenstrooms tot in de delta en deels zijn de verschillen een gevolg van de aanleg en het beheer. De geulen Vilsteren en Den Doorn kunnen naar voorbeeld van een aangepaste geul Junne worden ingericht (zie hierna).

De geul Junne is recent aangelegd (2011-2102) waardoor er nog extreme erosie-sedimentatie processen optreden. Dergelijke processen horen niet thuis in een laagland riviertje. Ook ontbreken bomen langs de oevers waardoor de voeding van het systeem nog niet op orde is. De houtpakketten functioneren op sommige plekken meer als obstakels in de oever van een stroom in plaats van een verweven netwerk over de gehele breedte (zie het STOWA-WEnR dood hout protocol). Mogelijk ontbreken bronmilieus van meer stroming gebonden soorten van riviertjes; een dispersieprobleem. Voor dit laatste is een bronpopulatie analyse nodig. Het waterschap beschikt over een zeer langjarige dataset waarin het antwoord voor dit herstelproject maar ook voor andere herstelprojecten is besloten.

Het ecologisch functioneren in de nevengeul Junne kan worden verbeterd door:

- Het aanplanten van hout langs beide oevers.
- Het verbeteren van de ligging van het profiel in het landschap. Minder diep waardoor de omgeving niet verdroogd en waardoor de droog-nat overgangen tussen land en water worden verbeterd. Hierbij kunnen ook de aangrenzende gronden worden verlaagd en de geulbodem verhoogd.
- Het aanbrengen van meer houtpakketten in de juiste configuratie om daarmee ook de bodem weer omhoog te brengen en de habitat heterogeniteit te verbeteren. Er is wel stroming maar er mag veel meer stromingsvariatie optreden.
- Het eventueel aanvullend supplieren van zand om de bodemverhoging te versnellen.
- Het toelaten van inundaties.
- Het volledig vrij laten afstromen.
- De eutrofiëringseffecten verminderen opnieuw door beschaduwning omdat de aanvoer van bovenstrooms moeilijker te veranderen is.

Literatuur

- Allan, J.D. & Castillo, M.M., 2007. *Stream Ecology: Structure and Function of Running Waters*. Springer, Dordrecht, The Netherlands.
- Beauger, A., N. Lair, P. Reyes-Marchant and J. L. Peiry, 2006. The distribution of macroinvertebrate assemblages in a reach of the River Allier (France), in relation to riverbed characteristics. *Hydrobiologia* 571: 63–76.
- Beisel, J.-N., P. Usseglio-Polatera and J.-C. Moreteau, 2000. The spatial heterogeneity of a river bottom: a key factor determining macroinvertebrate communities. *Hydrobiologia* 422/423: 163–171.
- Beisel, J.N., Usseglio-Polatera, P., Thomas, S. & Moreteau, J.C., 1998. Stream community structure in relation to spatial variation: the influence of mesohabitat characteristics. *Hydrobiologia* 389: 73–88.
- Bond, N. R. and P. S. Lake, 2003. Local habitat restoration in streams: Constraints on the effectiveness of restoration for stream biota. *Ecological Management and Restoration* 4: 193–198.
- Boyero, L., 2003. The quantification of local substrate heterogeneity in streams and its significance for macroinvertebrate assemblages. *Hydrobiologia* 499: 161–168.
- Boyero, L., 2003. The quantification of local substrate heterogeneity in streams and its significance for macroinvertebrate assemblages. *Hydrobiologia* 499: 161–168.
- Brosse, S., C. J. Arbuckle and C. R. Townsend, 2003. Habitat scale and biodiversity: influence of catchment, stream reach and bedform scales on local invertebrate diversity. *Biodiversity and Conservation* 12: 2057–2075.
- Brown, B.L., 2003. Spatial heterogeneity reduces temporal variability in stream insect communities. *Ecology Letters* 6: 316–325.
- Chrzanowski, C., 2016. Een natuurlijker Maas. Samenvattende rapportage van de monitoringsresultaten 2015 van het project Monitoring en evaluatie natuur(vriende)Ijke oevers Maas; ecologie en morfologie. Rapportage 2015. Deltares, Delft. 7 juli 2016.
- Coops, H., van Splunder, I., & Schoor, M. M. (1993). Bescherming van rivieroevers met wilgen. *De Levende Natuur*, 94(2), 65–68.
- Dorenbosch, M, N. van Kessel, J. Kranenbarg, F. Spikmans, W. Verberk & R. Leuven, 2011. Nevengeulen in uiterwaarden als kraamkamer voor riviervissen. Bosschap, bedrijfsschap voor bos en natuur rapport nr. 2011/OBN143-RI.
- Eberstaller, J.; Hinterhofer, M.; Parasiewicz, P., 1998: The effectiveness of two nature-like bypass channels in an upland Austrian river. In: Fish migration and fish bypasses. M. Jungwirth, S. Schmutz and S. Weiss (Eds). Vienna, Austria, pp. 363–383.
- Friberg, N., B. Kronvang, H. O. Hansen and L. M. Svendsen, 1998. Long-term, habitat-specific response of a macroinvertebrate community to river restoration. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 8: 87 – 99.
- Fukui, D., Murakami, M., Nakano, S., Aoi, T., 2006. Effect of emergent aquatic insect on bat foraging in a riparian forest. *J. Anim. Ecol.* 75: 1252–1258.
- Gebler, R. J., 1998: Examples of near-natural fish passes in Germany: drop structure conversions, fish ramps and bypass channels. In: Fish migration and fish bypasses. M. Jungwirth, S. Schmutz and S. Weiss (Eds). Vienna, Austria, pp. 403–419.
- Geerling G. & van Kouwen L. 2011. Handvatten voor nevengeulen in de Rijntakken Deltares, Utrecht. 78 pp.
- Gore, J. A., 1985. Water quality restoration and protection in streams and rivers. In: J. A. Gore (ed), *The restoration of rivers and streams*, Butterworth Publishers, Boston, pp. 1–20.
- Gore, J.A., Layzer, J.B. & Mead, J., 2001. Macroinvertebrate instream flow studies after 20 years: a role in stream management and restoration. *Regul. Rivers Res. Manage.* 17: 527–542.
- Gustafsson, S., Österling, M., Skurdal, J., Schneider, L. D., & Calles, O. (2013). Macroinvertebrate colonization of a nature-like fishway: The effects of adding habitat heterogeneity. *Ecological engineering* 61: 345–353.
- Jackson, J.K. & Fisher, S.G., 1986. Secondary production, emergence, and export of aquatic insects of a Sonoran Desert stream. *Ecology* 67: 629–638.
- Jahnig, S. C., A. W. Lorenz and D. Hering, 2008. Restoration effort, habitat mosaics, and macroinvertebrates – does channel form determine community composition. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* DOI:10.1002/aqc.976.

- Jähnig, Sonja C., and Armin W. Lorenz. "Substrate-specific macroinvertebrate diversity patterns following stream restoration." *Aquatic Sciences-Research Across Boundaries* 70, no. 3 (2008): 292-303.
- Jansen, W., Bohmer, J., Kappus, B., Beiter, T., Breiting, B., Hock, C., 2000. Benthic invertebrate and fish communities as indicators of morphological integrity in the Enz River (south-west Germany). *Hydrobiologia* 422: 331-342.
- Jongman, R. H., Ter Braak, C. J., & Van Tongeren, O. F. (Eds.). (1995). *Data analysis in community and landscape ecology*. Cambridge university press.
- Jungwirth M. (1996) Bypass channels at weirs as appropriate aids for fish migration in rhithral rivers. *Regulated Rivers* 12: 483-492.
- Larinier, M., 2002: Pool fishways, pre-barrages and natural bypass channels. *Bull. Fr. Peche Piscic.* 364: 54-82.
- Leuven, R. S., van der Velde, G., Baijens, I., Snijders, J., van der Zwart, C., Lenders, H. R., & bij de Vaate, A. (2009). The river Rhine: a global highway for dispersal of aquatic invasive species. *Biological invasions*, 11(9), 1989.
- Liefveld, W.M. & A. Bak, 2012. *Natuurvriendelijke oevers langs de Lek. Evaluatie van zes jaar monitoring*. Bureau Waardenburg, Culemborg. Rapport nr. 12-219.
- Marchant, R., P. S. Lake and T. J. Doeg, 1991. Longitudinal variation in recolonization rates of macroinvertebrates along an upland river in south-eastern Australia. *Freshwater Biology* 25: 349-356.
- Overkamp, B. & F. Kerkum, 2014. De ontwikkeling van natuurlijke oevers langs de Maas. In: *De Levende Natuur*, jaargang 115, nummer 3 (mei 2014). Themanummer Ecologisch herstel grote rivieren.
- Pander, J., Mueller, M., Geist, J., 2011. *Ecological Functions of Fish Bypass Channels in Streams: Migration Corridor and Habitat for Rheophilic Species*. River Research and Applications. Wiley Online Library.
- Parasiewicz, P., Eberstaller, J., Weiss, S., Schmutz, S., 1998. Conceptual guidelines for nature-like bypass channels. In: Jungwirth, M., Schmutz, S., Weiss, S. (Eds.), *Migration and Fish Bypasses*. Fishing News Books, Oxford.
- Peters B. & Kurstjens G. 2009 *Waterplanten in nevengeulen. Inventarisatie 2009*. Project Rijn in beeld. Bureau Drift/Kurstjens Ecol. Advies, Berg en Dal/Beek-Ubbergen. 20 pp.
- Petersen, I., Masters, Z., Hildrew, A.G. & Ormerod, S.J., 2004. Dispersal of adult aquatic insects in catchments of differing land use. *J. Appl. Ecol.* 41: 934-950.
- Rabeni, C. F., 2000. Evaluating physical habitat integrity in relation to the biological potential of streams. *Hydrobiologia* 422/423: 245-256.
- Reeze, A. J. G., Buijse, A. D., & Liefveld, W. M. (2005). *Weet wat er leeft langs Rijn en Maas. Ecologische toestand van de Grote Rivieren in Europees perspectief*. RIZA rapport.
- Ricklefs, R.E., Schluter, D., 1993. *Species Diversity in Ecological Communities: Historical and Geographical Perspectives*. University of Chicago Press.
- Sabo, J.L., Power, M.E., 2002. River-watershed exchange: effects of riverine subsidies on riparian lizards and their terrestrial prey. *Ecology* 83: 1860-1869.
- Sanchez-Hernandez, J., Vieira-Lanero, R., Servia, M.J., Cobo, F., 2011. Feeding habits of four sympatric fish species in the Iberian Peninsula: keys to understanding coexistence using prey traits. *Hydrobiologia* 667, 119-132.
- Santos, J. M., Ferreira, M. T., Godinho, F. N., & Bochechas, J. (2005). Efficacy of a nature-like bypass channel in a Portuguese lowland river. *Journal of Applied Ichthyology*, 21(5), 381-388.
- Santos, J. M.; Godinho, F. N.; Ferreira, M. T.; Cortes, R. V., 2004: The organisation of fish assemblages in the regulated Lima basin, Northern Portugal. *Limnologica* 34: 224-235.
- Schmidt G. & Lips C. 2017. *Analyse hoogteligging rivierbodem Overijsselse Vecht 2008, 2013 en 2016, mede in het licht van de optie van verruiming van de vaardiepte bovenstrooms Ommen*.
- Simons, J.H.E.J., C. Bakker, M.H.I. Schropp, L.H. Jans, F.R. Kok & R.E. Grift, 2001. Man-Made Secondary Channels Along the River Rhine (the Netherlands); Results of Post-Project Monitoring. *Regulated Rivers: Research & Management* 17 (4-5): 473-491. doi:10.1002/rrr.661.
- Skoglund, H., Barlaup, B.T., 2006. Feeding pattern and diet of first feeding brown trout fry under natural conditions. *J. Fish Biol.* 68, 507-521. SMHI, 2012, <http://www.smhi.se> (20.11.12).
- Šmilauer, P., & Lepš, J. (2014). *Multivariate analysis of ecological data using CANOCO 5*. Cambridge university press.
- Southwood, T. R. E., & Henderson, P. A. (2009). *Ecological methods*. John Wiley & Sons.
- Taniguchi, H., Nakano, S., Tokeshi, M., 2003. Influences of habitat complexity on the diversity and abundance of epiphytic invertebrates on plants. *Freshwater Biol.* 48: 718-728.

- Tockner, K., F. Schiemer, C. Baumgartner, G. Kum, E. Weigand, I. Zweimueller & J.V. Ward, 1999. The Danube restoration project: species diversity patterns across connectivity gradients in the floodplain system. *Regulated Rivers: Research & Management*, 15(1-3), 245-258. doi:10.1002/(SICI)1099-1646(199901/06)15:1/3<245::AID-RRR540>3.0.CO;2-G
- Tolkamp, H. H. (1981). Organism-substrate relationships in lowland streams (Thesis, Pudoc).
- Townsend, C. R., S. Doledéc, R. Norris, K. Peacock and C. Arbuckle, 2003. The influence of scale and geography on relationships between stream community composition and landscape variables: description and prediction. *Freshwater Biology* 48: 768 – 785.
- Tuinder, A. 2017. Morfologische activiteit na hermeanderen Vecht. Arcadis Nederland.
- Verberk, W., Helmer, W., Sýkora, K., Leuven, R., Saris, F., Wolfert, H., & Hekhuis, H. (2009). Kansen voor verder herstel van het rivierenlandschap. *De Levende Natuur*, 110(3), 148-152.
- Verdonschot, R. C., Keizer-Vlek, H. E., & Verdonschot, P. F. (2012). Development of a multimetric index based on macroinvertebrates for drainage ditch networks in agricultural areas. *Ecological indicators*, 13(1), 232-242.
- Ward, J.V., K. Tockner & F. Schiemer, 1999. Biodiversity of floodplain river ecosystems: ecotones. *Regulated Rivers: Research & Management*, 15: 125 - 139.
- Waterschap Groot Salland 2013. Tussenevaluatie van ecologische ontwikkelingen bij drie ontsteningsprojecten Varsen, Vechterweerd en Ten noorden van de A28: Langenholte en Den Doorn. 34 pp.
- Waterschap Groot Salland 2014. De nevengeul bij Huize Den Doorn. Monitoring van een nevengeul langs de benedenloop van de Overijsselse Vecht. Waterschap Groot Salland Zwolle. 28 pp.
- Waterschap Groot Salland 2015. Technische rapportage ontsteningsprojecten Overijsselse Vecht morfologische en ecologische ontwikkelingen 2006-2014 op drie trajecten Varsen, Vechterweerd en Ten noorden van de A28: Langenholte en Den Doorn. 29 pp.
- Webster, J.R. & Benfield, E.F., 1986. Vascular plant breakdown in freshwater ecosystems. *Ann. Rev. Ecol. System.* 17: 567-594.
- Welsch, D.J., 1991. Riparian Forest Buffers: Function and Design for Protection and Enhancement of Water Resources: US Department of Agriculture, Forest Service, Northeastern Area, State & Private Forestry. Forest Resources Management.
- Wiens J. A. (2002) Riverine landscapes: taking landscape ecology into the water. *Freshwater Biology* 47, 501-515.

Bijlagen

Bijlage 1. Scoreformulier Overijsselse Vecht

Monsterlocatie:		Datum:				
Taxon	Groep	A	B	C	D	E
Glossiphonidae	HIRU					
Erpobdellidae	HIRU					
Piscicolidae	HIRU					
Oligochaeta	OLIG					
Hydracarina	HYDR					
Corophiidae	AMPHI					
Gammaridae	AMPHI					
Asellidae	ISOP					
Mysidae	MYSI					
Chironomidae	DIPT					
Ceratopogonidae	DIPT					
Chaoboridae	DIPT					
Simuliidae	DIPT					
Gyrinidae	COLE					
Haliplidae	COLE					
Dytiscidae	COLE					
Hydrophilidae	COLE					
Baetidae	EPHE					
Caenidae	EPHE					
Corixidae	HETER					
Gerridae	HETER					
Notonectidae	HETER					
Micronectidae	HETER					
Lepidoptera	LEPI					
Calopterygidae	ODON					
Coenagrionidae	ONON					
Platycnemidae	ODON					
Limnephilidae	TRICH					
Ecnomidae	TRICH					
Polycentropidae	TRICH					
Leptoceridae	TRICH					
Sphaeriidae	BIVAL					
Corbicula	BIVAL					
Dreissena	BIVAL					
Anodontidae	BIVAL					
Ancylidae	GAST					
Bithynidae	GAST					
Ferrissia fragilis	GAST					
Lymnaeidae	GAST					
Physidae	GAST					

Potamopyrgus antipodarum	GAST					
Viviparidae	GAST					
Valvatidae	GAST					
Planorbidae	GAST					
.....						
.....						
.....						
.....						

Bijlage 2. Veldformulier Monitoring nulsituatie Overijsselse Vecht 2017.

General information		
Locatie	Date	Researchers
Traject		Digital photos taken (yes/no)

replicate	Sample code	water depth [cm]	substrate	V (cm/s)
1				
2				
3				
4				
5				

substrata type	description	Substraatbedekking				
		1	2	3	4	5
cobbles	6 -20 cm					
coarse gravel, pebbels	2 -6 cm					
gravel	2 -0.2 cm					
sand, mud	6 µm -0.2 cm					
silt,loam,clay	< 0.006 mm					
algae	filamentous algae, algal tufts					
submerged macrophytes	(cover)					
emergent macrophytes	(cover)					
bank macrophytes	(cover)					
woody debris	(dead wood, roots twigs and branches)					
CPOM	(coarse part org matter)					
FPOM	(fine part org matter)					
organic mud	mud and sludge(organic)= pelal					
leaves	(leaves)					

Notities	